

УДК 004.8:37.02

Шемет Данііл Аркадійович

аспірант спеціальності середня освіта (інформатика)

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна

d.a.shemet@udu.edu.ua

ORCID: 0009-0005-9782-7446

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ ДО ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС НА ПРИКЛАДІ ЧАТ-БОТА

Анотація. У статті представлено приклад створення навчального чат-бота на основі архітектури Retrieval-Augmented Generation (RAG) в процесі підготовки майбутніх учителів інформатики. Акцент зроблено на практичному застосуванні сучасних технологій штучного інтелекту у педагогічній діяльності та розвитку цифрових компетентностей студентів. Також обґрунтовано актуальність вивчення сучасних підходів до реалізації ШІ-систем (prompting, fine-tuning, retrieval-only, RAG) майбутніми вчителями інформатики. Проведено порівняльний аналіз цих підходів з урахуванням їхньої технічної та освітньої доцільності. Детально описано технічну реалізацію створеного чат-бота: від завантаження документів і семантичного пошуку на основі embedding-векторизації до генерації інформативних відповідей за допомогою GPT-моделі, що забезпечує інтерактивну взаємодію зі студентами. У статті наведено результати анкетування студентів спеціальності «Середня освіта (інформатика)», яке показало високий інтерес та актуальність обраної теми дослідження, і необхідність розробки навчального курсу з використання ШІ майбутніми вчителями інформатики, який буде охоплювати не лише користувацький підхід використання ШІ, а й глибший підхід через власне проєктування ШІ-систем і інтерфейсів для них. Також вказано освітні переваги і обмеження впровадження RAG-технологій у педагогічну практику підготовки майбутніх учителів інформатики. Автори зазначають педагогічну цінність RAG чат-бота як засобу, що сприяє осмисленому застосуванню ШІ у викладанні та здатності майбутніх учителів інформатики самостійно проєктувати й використовувати ШІ боти в освітній діяльності.

Ключові слова: штучний інтелект; великі мовні моделі; Retrieval-Augmented Generation; освітній чат-бот; цифрова компетентність; методика навчання інформатики; педагогічна освіта; інтеграція ШІ в освіту

Попередні дослідження. Інтенсивне зростання впливу технологій штучного інтелекту (ШІ) на всі сфери діяльності суспільства зумовлює необхідність їх цілеспрямованої інтеграції в освітній процес, насамперед у підготовку фахівців педагогічного профілю в галузі інформатики. Сучасний учитель повинен не обмежуватися користуванням готовими сервісами ШІ, а й мати ґрунтовне уявлення про логіку їх функціонування, внутрішню структуру, сферу застосування та технічні обмеження. Це, в свою чергу, потребує перегляду традиційних підходів до організації навчання, з урахуванням синтезу знань із програмування, цифрової компетентності та практичного досвіду взаємодії з інтелектуальними системами.

У науковому дискурсі питання використання чат-ботів та технологій ШІ в освіті поступово займає провідне місце. В Україні дослідження здебільшого зосереджені на підготовці майбутніх учителів інформатики та розвитку їхніх компетентностей у галузі ШІ, тоді як зарубіжні роботи приділяють значну увагу аналізу практичного впливу інтелектуальних систем на освітній процес. Такий підхід дозволяє порівняти вітчизняні напрацювання з міжнародним досвідом і виявити як спільні тенденції, так і специфічні акценти.

UNESCO у своєму AI Competency Framework for Teachers визначає ключові компетентності, які є необхідними для ефективного застосування ШІ у навчальному процесі. До них відносяться: розуміння технічних принципів роботи ШІ, здатність

критично оцінювати відповідні інструменти, володіння навичками педагогічного дизайну з використанням ІІІ та обізнаність щодо етичних і правових аспектів його застосування [1].

У роботі М.А. Умрик, Н.В. Морзе та Є.М. Смирнової-Трибульської «Розвиток компетентностей освітян у галузі використання ІІІ в цифровому суспільстві» представлено аналіз сучасних моделей цифрових і ІІІ-компетентностей. Автори уточнюють структуру ключових навичок і пропонують оновлену модель розвитку компетентностей педагогів, яка включає наскрізні та emerging компетентності, що формуються під впливом цифрового суспільства та швидкого розвитку ІІІ [2].

Спірін О.М. та Олексюк В.П. у статті «Досвід та перспективи використання технологій ІІІ у навчанні майбутніх учителів інформатики» аналізують наявні вітчизняні наукові напрацювання з підготовки викладачів інформатики у сфері ІІІ. Вони наводять огляд методик навчання студентів основам ІІІ та зазначають, що ці напрацювання формують міцну базу знань. Разом з тим автори відзначають брак досліджень, що стосуються практичного використання ІІІ для розв'язання навчальних завдань, таких як обробка даних, кластеризація та візуалізація, що є актуальним викликом для підготовки майбутніх вчителів інформатики [3].

Norbert Annuš у дослідженні «Chatbots in Education: The impact of Artificial Intelligence based ChatGPT on Teachers and Students» розглядає можливості застосування чат-ботів для персоналізації навчання, автоматичного оцінювання та підтримки педагогів. Дослідження також висвітлює потенційні ризики, пов'язані з помилками та етичними питаннями, зокрема чесністю оцінювання, і робить висновок про необхідність підвищення рівня підготовки педагогів для роботи з ChatGPT [4].

В той же час Dimitrios Vlachopoulos, Harry Barton Essel, Akosua Tachie-Menson, Esi Eduafua Johnson та Papa Kwame Baah у своїй статті «The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education» демонструють, що віртуальні асистенти сприяють отриманню студентами швидких відповідей на навчальні запитання, підвищують рівень залученості та покращують засвоєння знань у вищій освіті [5].

Nicole Krueger описує проєкт «Kids Teaching Kids – With Chatbots», у рамках якого восьмикласники створили чат-бота для допомоги другокласникам із питаннями про здорове харчування. Учні самостійно писали код, не використовуючи графічні конструктори, що надало їм можливість відчувати себе повноцінними розробниками ІІІ [6].

Отже, огляд наукових напрацювань свідчить, що хоча потенціал чат-ботів у сфері освіти вже активно вивчається, значна частина питань, від методики їх створення та інтеграції у навчальний процес до забезпечення педагогічної та етичної коректності їх використання, залишається недостатньо дослідженою. Це відкриває перспективи для подальших наукових пошуків і підтверджує актуальність теми у підготовці майбутніх учителів інформатики.

Мета. Обґрунтувати доцільність інтеграції методик навчання у галузі ІІІ у підготовку майбутніх учителів інформатики, зокрема через проєктування та створення навчального чат-бота з обмеженим знанням та описати технічну реалізацію та подальше використання чат-бота з обмеженою базою знань на основі Retrieval-Augmented Generation (RAG) майбутніми вчителями інформатики.

Ключове питання.

1. Який рівень обізнаності майбутніх учителів інформатики щодо створення і використання чат-ботів?

2. У чому полягають освітні переваги використання чат-бота з обмеженими знанням у порівнянні з іншими підходами до впровадження чат-ботів у навчальний процес?

Завдання.

1. Здійснити аналіз наукових та методичних джерел з обраної тематики.
2. Провести анкетування майбутніх вчителів інформатики з метою визначення їх рівня обізнаності в Retrieval-Augmented Generation (RAG) технологіях.
3. Сформулювати базову термінологію дослідження.
4. Проаналізувати основні архітектурні підходи до реалізації мовних агентів на основі великих мовних моделей.
5. Описати концепцію бота ШІ з обмеженою базою знань на основі Retrieval-Augmented Generation (RAG) для використання у навчальному процесі.
6. Визначити освітні переваги та обмеження застосування RAG-бота у підготовці майбутніх учителів інформатики.
7. Обґрунтувати доцільність включення теми, присвяченої архітектурі Retrieval-Augmented Generation (RAG), до змісту навчальної дисципліни «Основи штучного інтелекту».

Результати дослідження.

Результати опитування майбутніх учителів інформатики. У світлі зазначених викликів особливої актуальності набуває створення дидактичних інструментів, здатних забезпечити студентам не лише користувацьке опанування технологій ШІ, а й розуміння фундаментальних принципів їхньої побудови й функціонування.

У цьому контексті постає актуальне питання: **наскільки майбутні вчителі інформатики володіють знаннями, необхідними для розуміння і створення подібних систем?**

Для відповіді на нього було проведено анкетування 16 студентів 3-4 курсу, спеціальності «Середня освіта (інформатика)» Українського державного університету імені Михайла Драгоманова у серпні 2024 року у підготовці яких був курс «Основи штучного інтелекту». Його результати засвідчили неоднорідність рівня обізнаності з сучасними підходами до застосування мовних моделей. Хоча 87% опитаних вже знайомі з поняттям *prompting*, а 37% - з *fine-tuning*, водночас підхід RAG був відомий лише частині студентів, і більшість не має практичного досвіду його застосування (рис. 1, 2).



Рис. 1. Відомість різних підходів до використання мовних моделей серед студентів

Якщо серед варіантів ви обрали Retrieval-Augmented Generation (RAG - пошук інформації перед генерацією), чи використовували ви його раніше / користуєтесь зараз?
13 відповідей

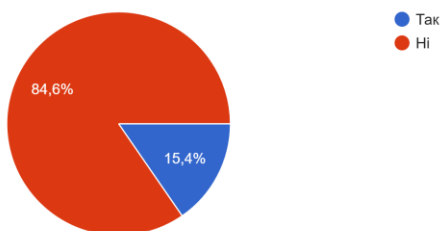


Рис. 2. Результати опитування щодо використання Retrieval-Augmented Generation (RAG) студентами

Дані вказують на те, що більшість студентів мають фрагментарне, поверхнєве розуміння сучасної архітектури генеративного ШІ. Вони можуть орієнтуватися у базових поняттях, однак їм бракує уявлення про повний життєвий цикл запиту, семантичний пошук, embedding-векторизацію та обмеження мовних моделей, тобто саме тих елементів, які й формують інженерну грамотність.

Попри це, значна частина студентів вже має базовий досвід роботи з інструментами штучного інтелекту, такими як ChatGPT чи Gemini. Дехто навіть створював чат-ботів з використанням LLM або набору логічних правил. Крім того, більшість респондентів (54 %) висловили згоду з тим, що вчитель інформатики повинен розуміти принципи роботи ШІ, а також бути готовим використовувати ШІ у викладанні (рис. 3).

Я вважаю, що вчитель інформатики повинен розуміти принципи роботи ШІ
16 відповідей

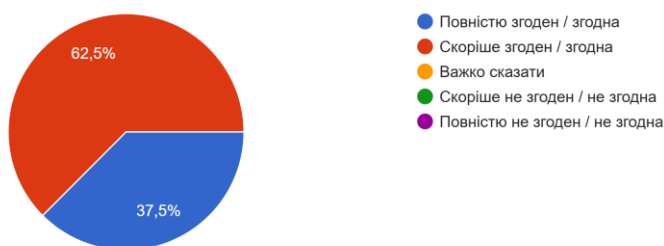


Рис. 3. Думка студентів щодо необхідності розуміння вчителем інформатики принципів роботи ШІ

Це породжує певну невідповідність між рівнем розвитку ШІ технологій і здатністю освітнього середовища ефективно їх використовувати в навчальному процесі.

Створення та інтеграція навчального RAG-бота, побудованого на принципах Retrieval-Augmented Generation (RAG), є однією з ефективних відповідей на окреслені виклики сучасної освіти. Такий підхід поєднує технічну ефективність сучасних мовних моделей із педагогічною доцільністю їх застосування у навчанні.

Результати анкетування студентів, засвідчили відсутність у них знань щодо архітектури Retrieval-Augmented Generation (RAG), що вказує на доцільність розширення змісту підготовки студентів положеннями, що стосуються принципів роботи RAG та особливостей його застосування в освітньому процесі. З огляду на потребу майбутніх учителів інформатики володіти сучасними підходами до використання ШІ у навчальному процесі, таке доповнення забезпечить ознайомлення студентів із

принципами побудови та дидактичними можливостями RAG-систем, а також сприятиме формуванню здатності ефективно інтегрувати ШІ-інструменти у педагогічну діяльність.

Визначення основної термінології та опис основних підходів до реалізації мовних агентів. У зв'язку з виявленою потребою включення нової теми до змісту освітньої програми **підготовки майбутніх** учителів інформатики, постає завдання провести порівняльний аналіз підходів до використання великих мовних моделей та уточнити зміст ключових понять.

Мовний агент (ШІ) - це програмна система, побудована на основі великої мовної моделі, яка здатна взаємодіяти з користувачем у формі природної мови та виконувати дії, спрямовані на досягнення поставленої мети [7, С. 3-5].

Штучний інтелект (ШІ) - це набір технологічних рішень, що дозволяють імітувати людські когнітивні функції, зокрема самонавчання і пошук рішень без заздалегідь визначених алгоритмів. Такі системи здатні генерувати результати, які за своєю якістю можуть зрівнятися з інтелектуальною діяльністю людини [8, С. 29].

Під архітектурою ШІ-системи розуміють структурну організацію її компонентів: моделі обробки запитів, механізми збереження й пошуку знань, інтерфейси взаємодії з користувачем тощо [9, С.2]. У контексті підготовки майбутніх учителів інформатики важливим є не лише ознайомлення з цими концептами, а й набуття практичних умінь зі створення освітніх ШІ-агентів, що відповідають як технічним вимогам, так і дидактичним принципам.

Чат-бот – це програмне забезпечення, яке автоматизує спілкування з користувачами через текстові або голосові інтерфейси, використовуючи попередньо запрограмовані сценарії або алгоритми штучного інтелекту для розпізнавання намірів користувача та надання релевантних відповідей [4, С. 366].

Аналіз основних архітектурні підходів до реалізації мовних агентів на основі великих мовних моделей. Існує кілька основних підходів до реалізації мовних агентів на основі великих мовних моделей (Large Language Models), серед яких варто виокремити наступні:

Базова LLM-модель. Система, що формує відповіді виключно з огляду на внутрішню пам'ять, сформовану під час попереднього навчання. Такий підхід обмежує можливість оновлення чи уточнення знань [7, С. 4-5].

Retrieval-only. Архітектура, що орієнтована на пошук інформації у зовнішніх джерелах без подальшої генерації тексту. Система повертає фрагменти знайдених матеріалів у первісному вигляді [10, С. 3].

Fine-tuning. Підхід, за якого базова модель донавчається на специфічному датасеті для адаптації до певної тематики. Хоча цей варіант може бути точним, він потребує значних обчислювальних ресурсів та спеціалізованих знань [10, С. 3].

Retrieval-Augmented Generation (RAG). Комбінований підхід, який поєднує попередній семантичний пошук релевантної інформації з подальшим її опрацюванням та генерацією тексту на основі знайденого контексту. Це дозволяє знизити ймовірність генерації некоректної інформації (так званих «галюцинацій») та підвищити точність відповідей [10, С. 3].

Кожен із цих підходів має як сильні сторони, так і певні обмеження, тому їх варто ретельно зважити для прийняття обґрунтованого рішення (табл. 1).

Табл. 1

Порівняння основних архітектурні підходів до реалізації мовних агентів

Критерій / Підхід	LLM-only	Retrieval-only	Fine-tuning	RAG
Гнучкість мовної відповіді	Висока	Низька	Висока	Висока

Точність та достовірність	Середня	Висока	Висока	Висока
Доступ до актуальних знань	Відсутній	Присутній	Частково присутній	Присутній
Прозорість джерел	Відсутня	Присутня	Частково присутня	Присутня
Можливість діалогу та персоналізації	Присутня	Відсутня	Частково присутня	Присутня
Складність реалізації	Низька	Низька	Висока	Середня
Масштабованість для багатьох користувачів	Висока	Висока	Низька	Висока
Оновлення знань	Недоступне	Просте	Складне	Просте
Вимоги до технічної інфраструктури	Низькі	Середні	Високі	Високі

Серед розглянутих сучасних підходів до створення чат-ботів, орієнтованих на роботу з текстовими запитами користувача, архітектура Retrieval-Augmented Generation (RAG) вирізняється комплексністю функціональності та високим потенціалом адаптації до освітніх завдань.

Retrieval-Augmented Generation (RAG) – це сучасний підхід, який поєднує два інструменти: великі мовні моделі (наприклад, GPT), що вміють генерувати текст, і пошукові системи, які знаходять потрібну інформацію у зовнішніх джерелах (наприклад, у документах, статтях або базах знань). На відміну від звичайних мовних моделей, які відповідають лише на основі того, що «пам'ятають» після навчання, RAG-бот може під час розмови шукати й використовувати найсвіжішу і найбільш точну інформацію, що дозволяє зменшити «галюцинації» - ситуації, коли модель вигадує відповідь, і забезпечує високий ступінь точності, особливо важливий в освітньому середовищі (рис. 4) [10, С. 3 - 5].

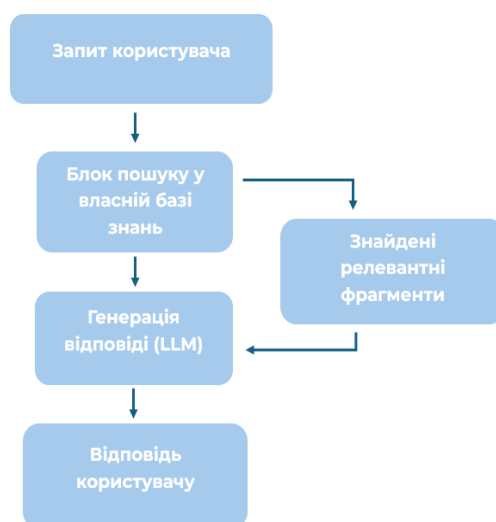


Рис.4. Схема роботи Retrieval-Augmented Generation (RAG)

Ключовою перевагою такого підходу є здатність формувати відповіді на основі актуального й перевіреного контенту, зокрема навчальних матеріалів, нормативних документів або внутрішніх методичних розробок, завантажених безпосередньо вчителем. Витягнення релевантних фрагментів з документів із подальшою генерацією відповідей на їх основі забезпечує не лише високу точність, а й мовну гнучкість відповідей.

З технічної точки зору, архітектура RAG є гнучкою в оновленні знань: достатньо модифікувати набір документів, що індексуються, без необхідності перенавчання мовної моделі. Така властивість є критично важливою в освітньому контексті, де зміст навчальних матеріалів регулярно оновлюється або варіативно адаптується до індивідуальних потреб.

Крім того, підхід RAG демонструє високу прозорість: користувач може ідентифікувати джерело кожної відповіді, що особливо важливо в умовах навчального процесу, де верифікація знань має принципове значення.

Опис концепції чат-бота з обмеженою базою знань на основі Retrieval-Augmented Generation (RAG) для використання у навчальному процесі. У межах дослідження саме архітектура RAG розглядається як найбільш доцільна для створення навчального бота, оскільки вона поєднує гнучкість адаптації до змісту навчальних матеріалів із потенціалом розвитку критичного мислення, навичок пошуку та аналізу інформації у студентів. Таким чином, впровадження RAG-рішень у підготовку майбутніх вчителів не лише сприяє засвоєнню змісту, а й виконує функцію формування розуміння фундаментальних принципів роботи сучасних інтелектуальних систем.

Застосування Retrieval-Augmented Generation у створенні навчального бота забезпечує оптимальний баланс між достовірністю, персоналізацією та мовною природністю, що дає змогу ефективно вирішувати завдання автоматизованої підтримки навчального процесу у динамічному інформаційному середовищі.

Завдяки цьому підходу майбутні вчителі інформатики отримують можливість працювати з інструментами, які орієнтуються на сучасні джерела знань. У їх роботі це може допомогти у пошуку актуальної інформації, підготовці до уроків та використанні новітніх освітніх матеріалів. Крім того, робота з RAG-системами може стимулювати розвиток навичок роботи з інформацією та аналітичного мислення.

Ключовим компонентом процесу функціонування такого бота є векторне представлення тексту (embedding). Кожен фрагмент навчального документа, а також запит користувача, перетворюється у багатовимірний числовий вектор [11]. Наприклад, слова «педагог» і «педагогіка» будуть мати близькі вектори, оскільки мають подібне значення.

Завдяки цьому, коли бот шукає матеріал у PDF-документі, система «перекладає» і запит, і кожен фрагмент документа у такі вектори та порівнює їх. Якщо вектори схожі - значить, і теми близькі. Саме так бот знаходить і показує найрелевантніші фрагменти тексту, навіть якщо у запиті й в документі використовуються різні, але подібні за змістом слова.

Це означає, що RAG-система може знаходити потрібні дані не лише за ключовими словами, а й за сенсом. Наприклад, якщо студент шукає «методи навчання інформатики», а в документі написано «педагогічні підходи до викладання інформатики», бот усе одно знайде цю частину, оскільки розпізнає схожий зміст.

Щоб визначити ступінь схожості між запитом і збереженими фрагментами, застосовується **косинусна метрика** – математичний показник, який визначає кут між векторами. Якщо вектори спрямовані майже в один бік, їх схожість близька до одиниці.

Такий функціонал дозволяє системі обрати найбільш релевантні фрагменти для формування відповідей, що мають безпосередній зв'язок зі змістом запиту користувача.

На відміну від класичних генеративних моделей, які формують відповіді, ґрунтуючись на власних знаннях і налаштуваннях, як-от температура (параметр, що впливає на креативність і випадковість відповідей), RAG-підхід спирається не лише на параметри моделі, а й на конкретні фрагменти реальних документів. Наприклад, якщо класична модель при високій температурі може вигадувати нові формулювання, то RAG-система, використовуючи косинусну метрику, шукає найближчі за змістом фрагменти з навчальних матеріалів.

Косинусна схожість широко використовується у задачах обробки природної мови, зокрема в системах, де вона забезпечує ефективне ранжування документів за релевантністю до запиту. Вона також рекомендована в офіційній документації OpenAI для порівняння embedding-векторів [11]. Наукові джерела вказують на її стабільність і математичну точність, що є критично важливим для освітнього застосування [12] [10].

Перед передачею запиту до мовної моделі GPT усі текстові дані розбиваються на **токени** – одиниці тексту, які можуть бути цілими словами, частинами слів або навіть розділовими знаками. Модель має обмеження на кількість токенів, які вона може обробити одночасно (наприклад, GPT-4.1 – до 32 768 токенів). Тому в системі реалізовано механізм обрізання історії повідомлень і оптимізації обсягу контексту, що потрапляє в prompt.

Особливу роль відіграє системне повідомлення (**system prompt**) – це інструкція, яка задає стиль, межі знань і бажану поведінку моделі. Наприклад, у реалізованому боті системне повідомлення чітко вказує: «Ти асистент, що відповідає лише на основі PDF-документів користувача». До цього блоку додається історія попередніх повідомлень, завдяки чому бот може підтримувати логіку діалогу і враховувати попередній контекст. На відміну від класичних генеративних моделей, де інструкція часто є загальною і модель може відповідати на будь-які теми або виходити за межі навчальних матеріалів, у RAG-підході система суворо обмежена завантаженими документами та поточною історією чату, що забезпечує, щоб відповіді залишалися в рамках потрібної теми й були максимально релевантними та педагогічно доцільними.

Освітній бот може виступати не лише інструментом підтримки навчального процесу, а й слугувати платформою для формування ключових компетентностей у галузі штучного інтелекту, алгоритмізації та програмної інженерії. Його застосування в процесі підготовки майбутніх учителів інформатики сприяє інтеграції цифрових технологій у професійну діяльність і формує вміння створювати та аналізувати ІІІ-інструменти (рис. 5).

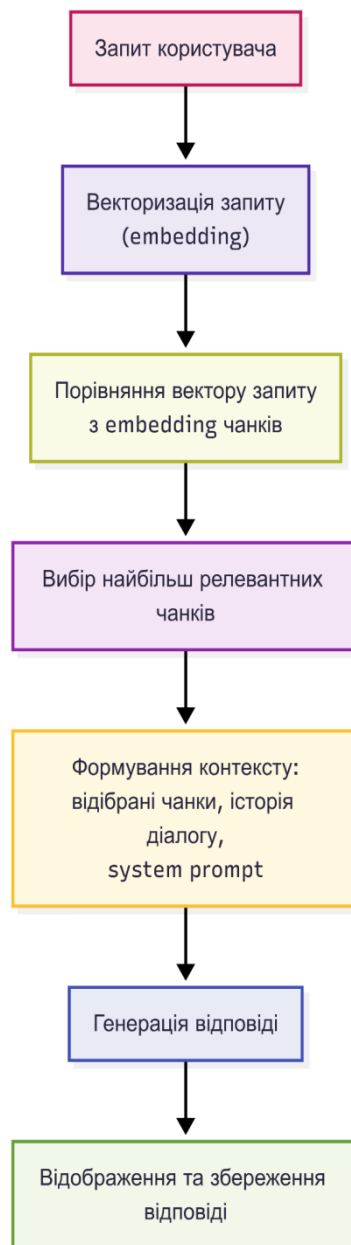


Рис. 5. Життєвий цикл запиту до навчального GPT-бота

Завантаження навчальних матеріалів.

Користувачі (викладачі або студенти) можуть додавати свої документи із навчальними матеріалами у бот. Файли автоматично зберігаються у хмарному сховищі

Обробка та підготовка тексту.

Система розбиває текст із PDF на невеликі частини - так звані **чанки**, які необхідні для подальшого пошуку: кожен фрагмент стає окремою одиницею інформації, яку легко зіставити із запитом користувача (рис. 6).

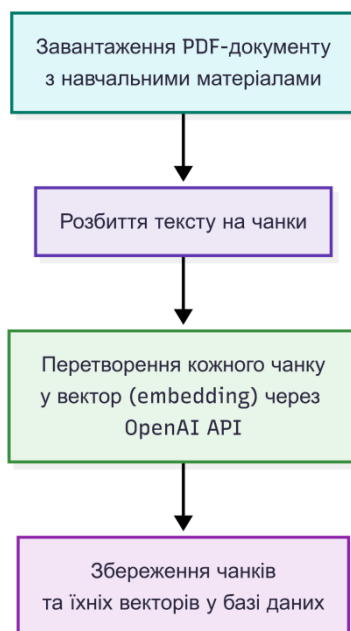


Рис. 6. Обробка та підготовка тексту

Пошук і векторизація.

Щоб знайти потрібну інформацію, бот перетворює кожен чанк та запит користувача у спеціальні числові вектори (embedding) за допомогою **OpenAI API**. Далі система обчислює, наскільки вони схожі між собою, і відбирає найбільш релевантні фрагменти.

Формування відповіді та system prompt.

Перед тим як надати відповідь, бот формує **контекст**: він об'єднує відібрані чанки з історією попереднього діалогу та спеціальною інструкцією – **system prompt**.

Відповідь і збереження історії.

Згенерована відповідь містить саме ту інформацію, яка найбільше стосується питання й базується на завантажених навчальних матеріалах.

Архітектура охоплює повний цикл: від завантаження PDF-документів і формування бази знань, до генерації відповідей на запити з урахуванням контексту та історії чату. Така реалізація дозволяє продемонструвати студентам механізми embedding, семантичного пошуку, формування prompt'a, нормалізації векторів, обмежень на кількість токенів та інші технічні аспекти роботи мовної моделі.

Освітні переваги та обмеження застосування RAG-бота у підготовці майбутніх учителів інформатики. Обґрунтування доцільності включення теми, присвяченої архітектурі **Retrieval-Augmented Generation (RAG)**, до змісту навчальної дисципліни «Основи штучного інтелекту». Таким чином, запропонований бот на основі RAG не лише виконує функцію віртуального консультанта, який відповідає на запитання на основі завантажених навчальних матеріалів, але й виступає ефективним інструментом підтримки професійної діяльності майбутнього вчителя інформатики. Під час підготовки до уроку педагог може завантажити до бота власні конспекти, підручники або методичні рекомендації й оперативно отримати чіткі, релевантні відповіді на конкретні питання щодо організації навчального процесу, сучасних методик чи використання цифрових технологій на уроці. Завдяки цьому можна економити час, структурувати велику кількість матеріалів і оперативно знаходити потрібну інформацію для якісної підготовки та проведення занять.

У сучасній практиці викладання інформатики одним із ключових завдань педагога є організація якісного та об'єктивного контролю знань. Традиційний процес підготовки

завдань для тематичного оцінювання є трудомістким: учитель змушений або шукати готові приклади у методичних збірниках, або самостійно конструювати тестові питання.

Використання чат-бота дає змогу суттєво скоротити ці витрати часу. Механізм його роботи полягає у тому, що вчитель формулює запит у природній мові (наприклад, «Склади тестові питання з теми структури даних»), а система на основі завантажених раніше навчальних матеріалів генерує варіативний набір запитань (рис. 7-8).

Технічно це реалізується за допомогою векторного подання текстів і алгоритму обчислення семантичної близькості, що забезпечує добір релевантних фрагментів відповідно до теми та рівня складності, визначеного навчальною програмою. У результаті вчитель отримує готовий матеріал, який можна оперативно адаптувати до потреб конкретного класу, зберігаючи при цьому стандартизованість оцінювання.

Подібний підхід ефективний і при підготовці до пояснення нового матеріалу. У ситуаціях, коли педагог потребує швидкого доступу до методичних ресурсів (наприклад, «Які педагогічні підходи використовуються під час викладання алгоритмів?»), бот, побудований на архітектурі Retrieval-Augmented Generation (RAG), надає добірку відповідних уривків з навчально-методичних документів у реальному часі. Це усуває потребу у тривалому пошуку потрібної інформації у підручниках чи PDF-файлах.

Таким чином, застосування подібних інструментів у навчальному процесі не лише оптимізує підготовку вчителя до занять, а й інтегрує у педагогічну практику сучасні технології штучного інтелекту. Бот виконує функцію інформаційної підтримки, сприяє раціоналізації освітнього процесу та формує інноваційне середовище, що підвищує якість і результативність навчання.

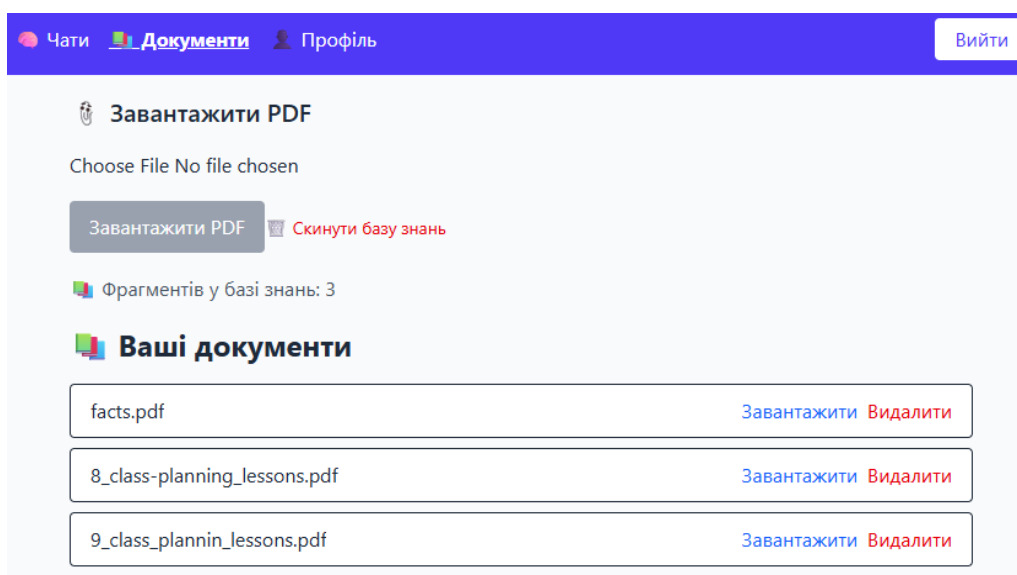


Рис. 7. Сторінка з завантаженими документами

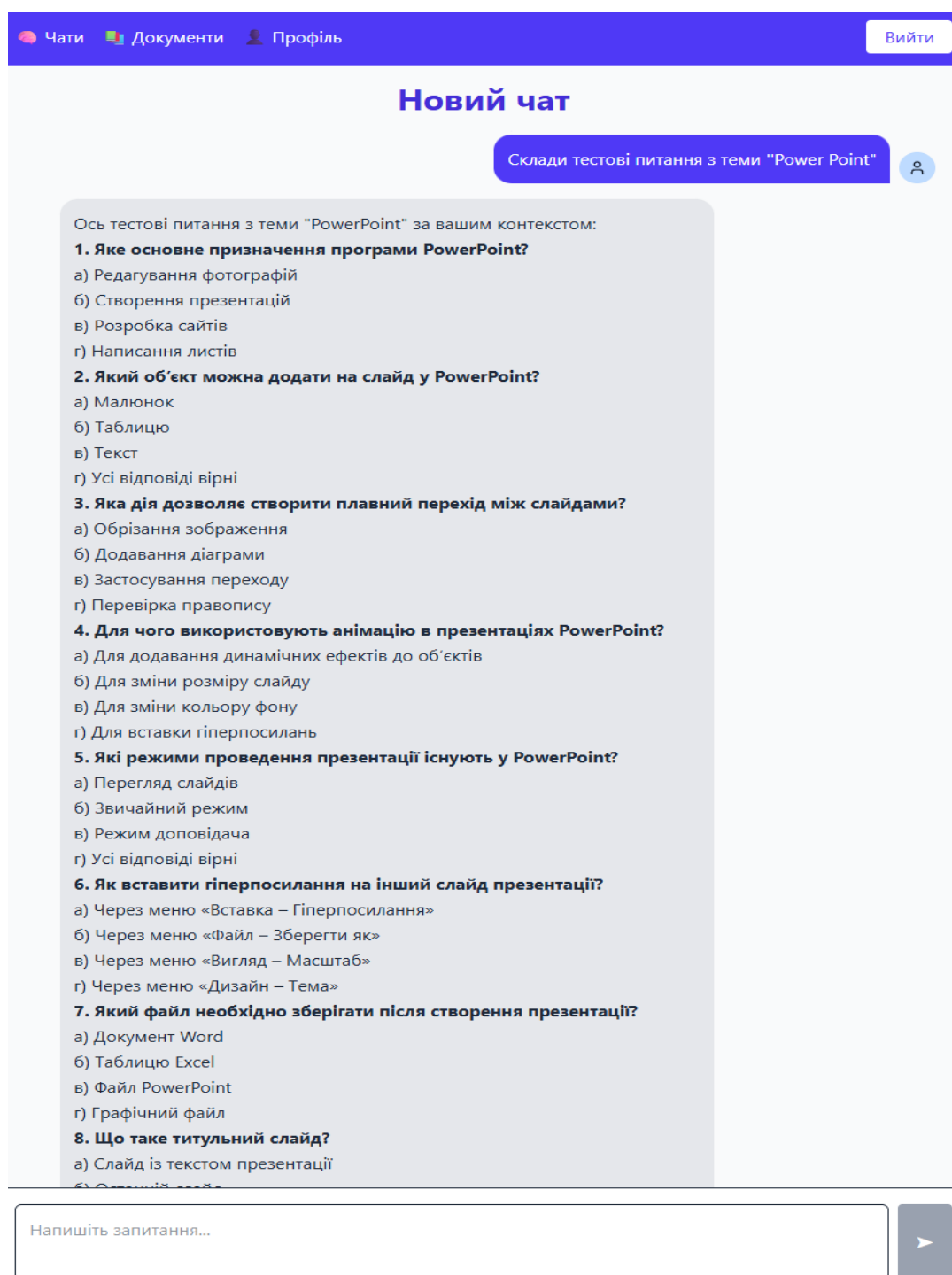


Рис. 8. Сторінка чату

Крім того, педагогічна цінність освітнього RAG-бота полягає у можливості залучення студентів до практичної роботи з сучасними цифровими технологіями, що виходить за межі звичайного використання готових програмних продуктів. Робота з ботом дозволить майбутнім учителям не лише зрозуміти технічні деталі функціонування штучного інтелекту, а й сформувані практичні навички взаємодії з цифровими інструментами на глибокому рівні. Завдяки цьому студенти можуть краще зрозуміти процеси пошуку, аналізу та структурування інформації, що, своєю чергою, сприяє розвитку їхнього аналітичного та критичного мислення [13, С. 2-4]. Такий досвід є цінним для формування професійної компетентності, оскільки забезпечує цілісне

розуміння можливостей та обмежень ІІІ, а також стимулює здатність педагогів до творчого застосування ІІІ систем у навчальному процесі.

Водночас впровадження навчального бота на основі архітектури RAG супроводжується низкою обмежень, які необхідно враховувати під час його інтеграції в освітній процес. Насамперед, ефективна робота з таким інструментом вимагає наявності базових технічних знань і навичок: уміння програмувати, працювати з API, надсилати HTTP-запити, оперувати з JSON-структурами, розуміти принципи клієнт-серверної взаємодії. Крім того, за відсутності належного методичного супроводу існує ризик формалізації навчального процесу, коли взаємодія з ботом зводиться до поверхневого отримання відповідей, без глибокого аналізу чи розуміння механізмів генерації.

Таким чином, ефективне впровадження RAG-ботів у систему професійної підготовки майбутніх учителів інформатики потребує комплексного підходу, що охоплює не лише технічну реалізацію, але й педагогічне моделювання завдань, підготовку викладачів, поетапну підтримку студентів і формування інфраструктурного середовища, здатного забезпечити сталість і масштабованість освітнього рішення.

Його інтеграція може здійснюватися у форматі кількох занять, які поєднують лекційні та лабораторні форми роботи. Структура передбачає одну лекцію та дві лабораторні роботи.

Лекція 1. Розгляд основних принципів функціонування чат-ботів, їхніх переваг та потенційних обмежень. Основи створення RAG-бота. Подається загальна схема його роботи: використання бази знань (завантажених документів), механізму пошуку релевантних матеріалів і генерації відповідей. Обговорюються основні етапи розробки: підготовка даних, застосування алгоритмів обробки мови, інтеграція з інтерфейсом користувача. Акцент робиться не на програмуванні, а на розумінні принципів, які дозволяють подібним системам функціонувати.

Лабораторна 1. Завдання студентів полягає у створенні найпростішої версії чат-бота для підтримки навчального процесу. Робота виконується поетапно: вибір середовища або мови програмування; створення базової структури програми для обробки користувацьких запитів; додавання невеликої локальної бази знань (наприклад, у вигляді текстових файлів чи словника; реалізація логіки пошуку й надання відповідей на прості запити; тестування бота у навчальних сценаріях («Склади питання з теми...», «Поясни приклад...»).

Лабораторна робота 2 (за потреби). Розробка навчального сценарію з використанням бота: створення завдань, підготовка матеріалів до уроку або тематичного оцінювання.

Дискусія. Результати проведеного дослідження засвідчують актуальність інтеграції RAG у підготовку майбутніх учителів інформатики, водночас вони піднімають низку важливих питань щодо масштабування та адаптації цього підходу в освітній практиці.

Порівняльний аналіз архітектурних підходів до реалізації мовних агентів показав переваги RAG над альтернативними рішеннями, що узгоджується з висновками Lewis та співавторів [6] щодо ефективності поєднання пошукових систем з генеративними моделями.

Виявлена неоднорідність рівня обізнаності студентів з сучасними підходами до застосування мовних моделей корелює з результатами досліджень Спіріна та Олексюка [3], які відзначали брак практичного досвіду використання ІІІ для розв'язання навчальних задач. Проте наше дослідження конкретизує цю проблему, показуючи, що навіть серед студентів, які вивчали курс «Основи штучного інтелекту», знання про RAG-архітектуру залишаються фрагментарними.

Особливої уваги заслуговує питання педагогічної ефективності впровадження RAG-ботів. На відміну від досліджень Vlachopoulos та співавторів [14], які фокусувалися на впливі віртуальних асистентів на залученість студентів, наше дослідження акцентує на формуванні технічних компетентностей майбутніх педагогів, що принципово відрізняється від підходу, де чат-бот виступає лише інструментом навчальної підтримки.

Технічна складність реалізації RAG-систем, виявлена у нашому дослідженні, створює певну суперечність з принципами доступності освітніх технологій. З одного боку, майбутні вчителі інформатики повинні володіти глибокими технічними знаннями для розуміння сучасних мовних агентів. З іншого боку, надмірна технічна складність може створювати бар'єри для ефективного засвоєння матеріалу студентами з різним рівнем підготовки.

Обмеженням нашого дослідження є фокус виключно на спеціальності «Середня освіта (інформатика)». Перспективним напрямом може стати адаптація RAG-підходу для інших педагогічних спеціальностей, зокрема математики, фізики, хімії, де також актуальною є потреба в інтеграції сучасних цифрових технологій.

Результати дослідження вказують на необхідність системного перегляду змісту підготовки майбутніх учителів інформатики з урахуванням стрімкого розвитку ІІІ-технологій. Водночас залишається відкритим питання оптимального співвідношення між теоретичною підготовкою та практичними навичками роботи з конкретними інструментами, які можуть швидко змінюватися.

Висновки, перспективи подальших досліджень. Запропонована в дослідженні концепція навчального бота на основі архітектури Retrieval-Augmented Generation (RAG) демонструє цінність у підготовці майбутніх учителів інформатики. Вона поєднує технічні можливості сучасних мовних моделей із дидактичною доцільністю, відповідаючи на виклики цифрової трансформації освіти та необхідності розвитку цифрових, інженерних і аналітичних компетентностей у студентів.

Порівняльний аналіз існуючих підходів до реалізації ІІІ-агентів (LLM-only, retrieval-only, fine-tuning, RAG) засвідчив, що саме RAG є найбільш оптимальним для освітнього середовища. Він забезпечує персоналізовані відповіді на основі реальних навчальних матеріалів, знижує ризик генерації помилкової інформації («галюцинацій»), підтримує прозорість джерел і дозволяє гнучко оновлювати базу знань без перенавчання моделі.

Результати анкетування студентів спеціальності «Середня освіта (інформатика)» вказали на актуальність подібного рішення: попри те, що здобувачі освіти вже володіють елементарними знаннями щодо технік prompting та fine-tuning, рівень їхнього розуміння концептуальних засад RAG залишається недостатньо сформованим і фрагментарним. Така ситуація вказує на наявність розриву між динамічним розвитком сучасних ІІІ-технологій та готовністю освітнього середовища до їх продуктивної інтеграції у навчальний процес.

Використання ботів у педагогічному середовищі дозволяє не лише автоматизувати підтримку навчального процесу, а й створити середовище для розвитку навичок семантичного пошуку, критичного мислення, роботи з API та інтерпретації результатів ІІІ.

Водночас ефективне впровадження RAG-ботів потребує комплексного підходу, який враховує технічну підготовку студентів, методичний супровід, інфраструктурну підтримку, а також ризики формалізації або використання інструменту без усвідомлення його принципів дії. З огляду на це та описані практичні ситуації, запропоновані в межах дослідження лекційні та лабораторні заняття набувають особливої значущості, оскільки вони формують у здобувачів освіти як теоретичні знання про архітектуру RAG, так і практичні навички побудови бота.

Саме тому навички створення та аналізу чат бота мають розглядатися не як вузька технічна спеціалізація, а як невід'ємний елемент цифрової грамотності сучасного вчителя інформатики і зокрема грамотності у галузі ІІІ.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розширенням застосування підходу RAG у підготовці педагогів різних спеціальностей та створенням комплексних навчальних програм, що інтегрують штучний інтелект у освітній процес. Окрім цього, важливо досліджувати вплив RAG-ботів на розвиток критичного мислення, аналітичних навичок та цифрової грамотності студентів. Перспективним є також вивчення етичних, правових та методичних аспектів використання ІІІ в освіті, що дозволить визначити оптимальні практики його впровадження та забезпечити безпечне і ефективне застосування технологій у навчальному середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. UNESCO. AI Competency Framework for Teachers. UNESCO. 2024. URL: <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
2. Умрик, М., Морзе, Н., Смирнова-Трибульська, Є. Розвиток компетентностей освітян у галузі використання штучного інтелекту в цифровому суспільстві. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2025. № 18. С. 159-173. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2025.1813>
3. Спірін О., Олексюк В. Досвід та перспективи використання технологій ІІІ у навчанні майбутніх учителів інформатики. Теорія і практика використання інформаційних технологій в умовах цифрової трансформації освіти: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 29 червня 2023 р.). Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2023. С. 63-67.
4. Annuš, N. Chatbots in Education: The impact of Artificial Intelligence based ChatGPT on Teachers and Students. ResearchGate. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/371012650_Chatbots_in_Education_The_impact_of_Artificial_Intelligence_based_ChatGPT_on_Teachers_and_Students
5. Essel, H., Nunoo, F. K. N., Opoku-Mensah, J. The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2022. Vol. 19(1). P. 1-23. DOI: <https://doi.org/10.1186/S41239-022-00362-6>
6. Krueger, N. Kids Teaching Kids – With Chatbots. ISTE Blog. 2022. URL: <https://iste.org/blog/kids-teaching-kids-with-chatbots>
7. Cao, C., Shih, M., Mehta, S., Wang, J., Mishra, S., Estrada, G. AI Chatbots as Multi-Role Pedagogical Agents: Transforming Engagement in CS Education. ResearchGate. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/372989409_AI_Chatbots_as_Multi-Role_Pedagogical_Agents_Transforming_Engagement_in_CS_Education
8. Куцак, Л. Штучний інтелект у сучасній освіті: перспективи застосування та виклики. Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems. 2025. № 74. С. 27-37. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-74-27-37>
9. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Polosukhin, I. Attention is all you need. Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30.
10. Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W.-t., Rocktäschel, T., Riedel, S., Kiela, D. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33.

11. OpenAI. OpenAI API Documentation. OpenAI. 2023. URL: <https://platform.openai.com/docs>
12. Міністерство освіти і науки України. Win-win: Україна затвердила Стратегію цифрового розвитку, інновацій і технологій до 2030 року. МОН України. 2023. URL: <https://mon.gov.ua/news/winwin-ukraina-zatverdyla-stratehiu-tsyfrovoho-rozvytku-innovatsii-do-2030-roku>
13. Cooper, S., McCulloch, M., Verbert, K. Generative AI as reflective objects-to-think-with in STEM education. arXiv. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2305.02202>
14. Trust, T., Mouza, C. Deploying chatbots to build students' critical thinking skills: Leveraging generative AI effectively and purposefully in higher education. 2023. URL: <https://www.researchgate.net/publication/375584516>

*Матеріал надіслано до редакції 1.10.2025 р.
Затверджено до друку 27.11.2025 р.*

PREPARING FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS FOR THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE EDUCATIONAL PROCESS: THE CASE OF A CHATBOT

Daniil Shemet

Postgraduate student in secondary education (Informatics)

Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine

d.a.shemet@udu.edu.ua

ORCID: 0009-0005-9782-7446

Abstract. The article presents an example of creating an educational chatbot based on the Retrieval-Augmented Generation (RAG) architecture in the process of training future computer science teachers. The focus is on the practical application of modern artificial intelligence technologies in pedagogical activities and the development of students' digital competencies. The relevance of studying contemporary approaches to implementing AI systems (prompting, fine-tuning, retrieval-only, RAG) by future computer science teachers is also substantiated. A comparative analysis of these approaches was conducted, taking into account their technical and educational feasibility. The technical implementation of the created chatbot is described in detail, from document uploading and semantic search based on embedding vectorization to the generation of informative responses using a GPT model, which ensures interactive student engagement. The article presents the results of a survey of students majoring in "Secondary Education (Computer Science)," which demonstrated a high level of interest and the relevance of the chosen research topic, as well as the necessity of developing a training course on the use of AI by future computer science teachers. This course would cover not only the user-oriented approach to AI utilization but also a deeper approach through the design of AI systems and interfaces for them. Additionally, the educational advantages and limitations of implementing RAG technologies in the pedagogical practice of training future computer science teachers are highlighted. The authors emphasize the pedagogical value of the RAG chatbot as a tool that facilitates the thoughtful application of AI in teaching and enhances the ability of future computer science teachers to independently design and use AI bots in educational activities.

Keywords: artificial intelligence; large language models; Retrieval-Augmented Generation; educational chatbot; digital competence; computer science teaching methodology; pedagogical education; AI integration in education.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. UNESCO. (2024). AI competency framework for teachers. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>
2. Umryk, M., Morse, N., & Smirnova-Trybulska, Ye. (2025). Development of educators' competencies in using artificial intelligence in the digital society. *Electronic Scientific Professional Journal «Open Educational E-Environment of Modern University»*, 18, 159-173. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2025.1813> (in Ukrainian)

3. Spirin, O., & Oleksiuk, V. (2023). Experience and prospects of using AI technologies in teaching future computer science teachers. In *Teoriia i praktyka vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii v umovakh tsyfrovoyi transformatsii osvity: materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. (Kyiv, 29 chervnia 2023 r.)* (pp. 63-67). Kyiv: Vyd-vo NPU im. M. P. Drahomanova. (in Ukrainian)
4. Annuš, N. (2023). Chatbots in education: The impact of artificial intelligence based ChatGPT on teachers and students. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/371012650_Chatbots_in_Education_The_impact_of_Artificial_Intelligence_based_ChatGPT_on_Teachers_and_Students
5. Essel, H., Nunoo, F. K. N., & Opoku-Mensah, J. (2022). The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/S41239-022-00362-6>
6. Krueger, N. (2022). Kids teaching kids – with chatbots. *ISTE Blog*. <https://iste.org/blog/kids-teaching-kids-with-chatbots>
7. Cao, C., Shih, M., Mehta, S., Wang, J., Mishra, S., & Estrada, G. (2023). AI chatbots as multi-role pedagogical agents: Transforming engagement in CS education. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/372989409_AI_Chatbots_as_Multi-Role_Pedagogical_Agents_Transforming_Engagement_in_CS_Education
8. Kutsak, L. (2025). Artificial intelligence in modern education: prospects for application and challenges. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, 74, 27–37. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-74-27-37> (in Ukrainian)
9. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
10. Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W.-t., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33.
11. OpenAI. (2023). OpenAI API documentation. OpenAI. <https://platform.openai.com/docs>
12. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. (2023). Win-win: Ukraine approved the Strategy for digital development, innovations, and technologies until 2030. MON Ukrainy. <https://mon.gov.ua/news/winwin-ukraina-zatverdyla-stratehiu-tsyfrovoho-rozvytku-innovatsii-do-2030-roku> (in Ukrainian)
13. Cooper, S., McCulloch, M., & Verbert, K. (2023). Generative AI as reflective objects-to-think-with in STEM education. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2305.02202>
14. Trust, T., & Mouza, C. (2023). Deploying chatbots to build students' critical thinking skills: Leveraging generative AI effectively and purposefully in higher education. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/375584516>