

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-70-4>

УДК 004

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ УНІВЕРСИТЕТІВ: ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АГЕНТИ НА ОСНОВІ LOW-CODE ТЕХНОЛОГІЙ

DIGITAL TRANSFORMATION OF UNIVERSITIES: INTELLIGENT AGENTS BASED ON LOW-CODE TECHNOLOGIES

Гужва Володимир Михайлович

кандидат економічних наук,

професор кафедри інформаційних систем в економіці,

Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0379-1480>

Huzhva Volodymyr

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Застосування low-code платформ та програмних агентів у процесі цифрової трансформації університетів створює значні можливості для вдосконалення освітніх та адміністративних процесів, покращення менеджменту ресурсів та створення ефективного освітнього простору. Практичний досвід впровадження таких технологій демонструє їх важливість та потенціал для сектору вищої освіти. Проте імплементація цих інноваційних рішень стикається з низкою викликів, включаючи залежність від постачальників платформ, лімітовані можливості кастомізації та проблеми, пов'язані з безпекою й інтеграцією в наявні інформаційні системи. Успішне вирішення цих завдань потребує комплексного стратегічного планування та залучення досвідчених фахівців для обслуговування й розвитку впроваджених технологій. Використання low-code рішень та розроблених на їх основі програмних агентів допомагає університетам зміцнювати свої конкурентні позиції та відповідати вимогам сучасного цифрового середовища. Продовження досліджень у цьому напрямку відкриє додаткові можливості для модернізації освітнього процесу та вдосконалення системи управління в закладах вищої освіти.

Ключові слова: цифрова трансформація, університети, low-code технології, програмні агенти, освітні інновації, розробка програмного забезпечення.

This article explores the transformative potential of low-code platforms and intelligent agents in the digital modernization of universities. These technologies simplify software development, reduce implementation costs and time, and enhance adaptability to dynamic conditions. The study focuses on the applications of low-code platforms in automating administrative processes such as document management, curriculum monitoring, and student and faculty data handling. Furthermore, it examines the role of intelligent agents in developing integrated information systems that foster communication across university departments. The findings highlight the importance of these solutions in facilitating rapid data analysis, optimizing resource management, and addressing the challenges posed by modern education. Practical examples of successful implementation of low-code agents in higher education institutions are presented, emphasizing their significant potential for innovation. The low barrier to entry for creating software agents enables wider participation of faculty and students in digital transformation initiatives. This inclusivity not only accelerates the deployment of innovative educational tools but also cultivates a culture of collaboration within university communities. Despite the advantages, the study acknowledges challenges such as platform dependency, limited customization options, and security and integration concerns. Addressing these issues requires strategic planning and the involvement of skilled professionals to maintain and enhance these solutions. Institutions must invest in training and support to ensure that all stakeholders can maximize the benefits of low-code technologies. The research concludes that adopting low-code technologies and intelligent agents strengthens universities' competitiveness, aligning them with the demands of the contemporary digital ecosystem. Future research in this area promises to uncover additional opportunities for improving educational processes and university management systems. The ongoing evolution of these technologies will likely lead to even more innovative applications, enhancing the overall educational experience for students and faculty alike.

Keywords: digital transformation, universities, low-code technologies, intelligent agents, educational innovation, software development.

Постановка проблеми. Цифрова трансформація університетів є ключовим фактором підвищення ефективності управління, оптимізації адміністративних процесів та забезпечення інноваційного навчального середовища. Проте традиційні підходи до впровадження цифрових рішень часто є затратними, потребують значних ресурсів і часу, а також залежать від спеціалізованих навичок програмування. Це створює бар'єри для швидкої адаптації закладів освіти до змін у цифровій екосистемі.

Університети стикаються з викликами, пов'язаними із забезпеченням інтеграції існуючих інформаційних систем, автоматизацією рутинних завдань і покращенням обробки великих обсягів даних. Водночас зростає необхідність у створенні рішень, які були б доступними для широкого кола користувачів, включаючи викладачів і адміністративний персонал без технічної освіти.

Low-code технології пропонують потенціал для вирішення цих проблем через спрощення процесу розробки програмного забезпечення та зниження вимог до кваліфікації розробників. У цьому контексті програмні агенти, створені на основі low-code платформ, можуть стати важливим інструментом цифрової трансформації університетів, забезпечуючи ефективну автоматизацію процесів, інтеграцію даних і підвищення конкурентоспроможності закладів вищої освіти.

Ця стаття спрямована на вирішення проблеми недостатнього дослідження потенціалу low-code платформ для створення програмних агентів у сфері вищої освіти та їхньої ролі в цифровій трансформації університетів.

Мета статті. Метою статті є дослідження потенціалу використання програмних агентів, створених на основі low-code технологій, у процесах цифрової трансформації університетів. Це передбачає аналіз можливостей low-code платформ для автоматизації адміністративних і освітніх процесів, інтеграції інформаційних систем, оптимізації управління ресурсами та забезпечення інноваційного розвитку закладів вищої освіти. Особлива увага приділяється визначенню переваг і викликів впровадження таких рішень, а також їх впливу на підвищення ефективності, гнучкості та конкурентоспроможності університетів у сучасному цифровому середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками тематика цифрової транс-

формації університетів набула значної актуальності. Різні аспекти цього процесу досліджуються в контексті використання сучасних технологій, таких як хмарні обчислення, big data, low-code платформи, інтелектуальні агенти на основі штучного інтелекту та ін. Наприклад, в статті Кріса Де Бруска [1] мова йде про те, як low-code платформи надають візуальні, зручні для користувача можливості, що дозволяють нерозробникам створювати та впроваджувати корпоративні додатки. У дослідженні Х. Джоші [2] акцентується увага на тому, що low-code/no-code архітектури значно трансформували розробку програмного забезпечення, дозволяючи "громадянським розробникам" створювати додатки без глибоких знань програмування. Стаття Е. Келлі [3] також зосереджена на перевагах від впровадження low-code технологій у закладах вищої освіти. У публікації [4] розглядаються причини, чому університетам варто розглянути використання low-code платформ для оптимізації своїх операцій та підвищення ефективності. Вищі навчальні заклади працюють у постійно мінливому середовищі, що спонукає їх шукати ефективні рішення для оптимізації діяльності. Оскільки вони продовжують адаптуватися до швидко мінливого ландшафту, багато хто звертається до low-code платформ, щоб оптимізувати свою діяльність і підвищити ефективність. К. Преймесбергер [5] у своїй роботі описує досвід Університету Південної Флориди у впровадженні low-code-платформ для покращення університетських послуг та процесів.

Проблематика розробки та впровадження інтелектуальних агентів, зокрема, чат-ботів, також є предметом проведення досліджень як науковців, так ІТ-практиків. У статті Е. Склар та Д. Річардс [6] розглядаються агентно-орієнтовані підходи, які можуть бути розроблені для вирішення цілого ряду педагогічних та/або навчальних задач. Зокрема, автори виділили три типи агентів: педагогічні агенти, агенти взаємного навчання та демонструючі агенти. Досліджуються особливості кожного типу, а також системи, в які ці агенти можуть бути включені, розглядаються загальні і розбіжні цілі, системна і агентська архітектури, методології оцінки. Висвітлюються відкриті питання та пропонуються майбутні напрямки для цієї зростаючої міждисциплінарної галузі. В роботі А. М. Кухайлі та ін. [7] йде мова про те, що чат-боти як різновид інтелектуальних агентів обіцяють революціонізувати освіту, залучаючи студентів, персоналізуючи навчальну

діяльність, підтримуючи освітян і розвиваючи глибоке розуміння поведінки студентів. Однак бракує досліджень, які в яких аналізуються методи проектування взаємодії чат-боту і студента, що базуються на фактичних даних, які є в освітянському середовищі. На думку авторів, майбутні дослідження мають спрямовані на вивчення впливу особистості та локалізації чат-бота на суб'єктивне задоволення та ефективність навчання. В оглядовому документі П. Пурушоттама [8] досліджується ключова роль освіти на основі інтелектуальних агентів на базі штучного інтелекту у сприянні персоналізованому навчанню та вдосконаленню освітніх технологій. У статті Р. Фалкс [9] основна увага зосереджена на трансформаційному впливі *штучного інтелекту* (ШІ) на освіту, зокрема, на ключових концепціях персоналізованого навчання та адаптивного оцінювання шляхом використання агентів штучного інтелекту.

Впровадження освітніх чат-ботів зростає завдяки їхній здатності забезпечувати економічно ефективний метод залучення студентів і забезпечувати персоналізований досвід навчання. Автори Лусія Бенотті, Мануель К. Мартінес та Фабіан Шапачнік [10] описують інструмент, який використовує чат-бот для автоматичного формувального оцінювання студентів, що вивчають інформатику. Цей підхід сприяє підвищенню залученості студентів та надає їм персоналізований досвід навчання.

Питання використання чат-ботів в освітньому середовищі досліджуються і вітчизняними фахівцями. Так, в роботі О. Наливайка та А. Малютіної [11] представлено результати теоретичних і практичних наукових досліджень щодо доцільності використання чат-ботів у навчальному процесі. Основна мета цього дослідження – визначення важливості чат-ботів у навчальному процесі студентів закладів вищої освіти та розгляд їх актуального залучення та перспектив у освітньому процесі ЗВО. Стаття Макарова З. Ю. та ін. [12] присвячена аналізу впливу інструментів віртуальної комунікації, зокрема чат-бесід на залученість та успішність здобувачів вищої освіти в умовах дистанційного навчання.

Останні дослідження також вказують на виклики, з якими стикаються університети під час переходу до low-code платформ. Серед них – недостатня підготовка персоналу, проблеми з інтеграцією нових технологій у вже існуючі системи, а також потреба в змінах в

організаційній культурі. Публікації підкреслюють, що подальший розвиток low-code технологій може призвести до створення нових форм навчання та управління, що відповідають потребам сучасних студентів і викладачів. Дослідники вважають, що такі інновації можуть суттєво змінити освітній ландшафт у найближчі роки. У підсумку, аналіз останніх досліджень свідчить про те, що впровадження low-code технологій в університетах є важливим кроком до цифрової трансформації вищої освіти, яке потребує комплексного підходу та стратегічного планування для подолання існуючих викликів.

Виклад основного матеріалу дослідження. При розробці і створенні програмних продуктів традиційно виділяють три підходи: 1) *code-програмування* – традиційний метод програмування, що вимагає написання коду вручну за допомогою мов програмування (наприклад, Java, Python, C++). Цей підхід забезпечує максимальну гнучкість і контроль над розробкою програмного забезпечення, але вимагає від розробників глибоких технічних знань; 2) *low-code-програмування* – метод на основі використання платформ, які дозволяють розробникам створювати програми з мінімальним написанням коду, використовуючи візуальні інструменти та готові компоненти. Low-code підходить для швидкої розробки рішень, що дозволяє залучати також нетехнічних користувачів до процесу створення програм; 3) *no-code-програмування* – метод на основі використання платформ, які дозволяють користувачам створювати програми без написання коду, використовуючи лише візуальні інтерфейси та налаштування. No-code підходить для бізнес-користувачів і осіб без технічного фону, забезпечуючи можливість швидкої розробки простих рішень, таких як веб-сайти або автоматизації процесів.

На основі аналізу джерел [13; 14] та [15] було проведено порівняння розглянутих вище методів – його результати наведені в табл. 1.

Опрацювання публікацій [16–21] дозволило зробити висновок про те, що low-code технології можуть бути ефективно застосовані в університетах, надаючи низку переваг для викладачів та студентів (табл. 2)

Міжнародна консалтингова компанія Gartner представила свій черговий оновлений магічний квадрант для low-code платформ (Low-Code Application Platforms, LCAP). Цей звіт демонструє ключових гравців на ринку та їх позиції за критеріями «здатність виконання» та «повнота бачення» [30] (рис. 1).

Таблиця 1

Характеристика	Code-програмування	Low-Code-програмування	No-Code-програмування
Цільова аудиторія	Професійні розробники	Розробники та IT-фахівці	Бізнес-користувачі, без технічного досвіду
Потреба у програмуванні	Повна (ручне написання коду)	Мінімальна (візуальне налаштування з можливістю додавання коду)	Відсутня (візуальне програмування)
Гнучкість	Максимальна	Висока, з обмеженнями платформи	Обмежена можливостями платформи
Швидкість розробки	Низька через тривалі цикли розробки	Висока завдяки готовим компонентам	Дуже висока завдяки інтуїтивним інтерфейсам
Складність розгортання	Висока (вимагає серверів, налаштувань)	Помірна (автоматизовані процеси розгортання)	Мінімальна (хмарні рішення за замовчуванням)
Інтеграція	Будь-які API, бази даних	Підтримка популярних API	Обмежена вбудованими інтеграціями
Вартість	Висока (розробка, підтримка, оновлення)	Помірна (залежить від платформи)	Низька (зазвичай підписка)
Приклади інструментів	Python, Java, C++	OutSystems, Mendix, Microsoft Power Apps	Airtable, Bubble, Wix

Джерело: складено автором на основі [13–15]

Таблиця 2

Принципи роботи з low-code-платформами	Загальні переваги від використання low-code платформ для університетів	Перелік сфер використання low-code-програмування в університетах	Можливості для викладачів та студентів
1	2	3	4
<p>1) Візуальне розроблення - користувачі можуть створювати інтерфейси та налаштовувати логіку додатків за допомогою графічних інструментів, таких як перетягування та складання елементів.</p> <p>2) Модульність - багато платформ пропонують готові модулі або компоненти, які можна швидко інтегрувати у проекти, що спрощує процес розробки</p>	<p>1) Швидкість розробки - зниження часу на розробку додатків завдяки використанню готових шаблонів і компонентів, що дозволяє швидше виходити на ринок.</p> <p>2) Покращення співпраці - low-code платформи сприяють кращій комунікації між бізнес-користувачами та IT-відділом, оскільки вони можуть спільно працювати над проектами, використовуючи спільні інструменти.</p>	<p>1) Створення навчальних платформ - багато університетів використовують low-code рішення для розробки персоналізованих платформ для дистанційного навчання. Наприклад, університет може створити інтерактивний курс, що включає відеолекції, тести та форуми для обговорення, без необхідності залучати розробників.</p>	<p>1) Покращення навчального процесу: - викладачі можуть швидко створювати та оновлювати навчальні матеріали, що дозволяє їм адаптувати контент до змін у навчальній програмі або актуальних темах; - студенти отримують доступ до інтерактивних і цікавих ресурсів, що покращує їх залучення та розуміння матеріалу.</p>

Продовження Таблиці 1

1	2	3	4
<p>3) Інтеграція - low-code платформи часто мають вбудовані засоби для інтеграції з іншими системами та API, що дозволяє легко підключати сторонні сервіси.</p>	<p>3) Доступність для нетехнічних користувачів - low-code платформи надають можливість бізнес-аналітикам, освітянам та іншим фахівцям без технічного фону самостійно розробляти рішення, що зменшує навантаження на IT-відділи.</p>	<p>2) Автоматизація адміністративних процесів - університети використовують low-code платформи для автоматизації реєстрації студентів, управління курсами та обробки оцінок. Це дозволяє зменшити час на рутинні завдання і підвищити ефективність адміністративної роботи.</p>	<p>3) Гнучкість навчання: - студенти можуть навчатися в зручному для них темпі та форматі, використовуючи онлайн-ресурси, доступні на low-code платформах. Це особливо важливо для тих, хто поєднує навчання з роботою або має інші зобов'язання.</p>
<p>4) Ітеративний підхід - розробка відбувається в циклічному режимі, що дозволяє швидко вносити зміни та адаптувати додаток до нових вимог.</p>	<p>4) Гнучкість та адаптивність - легкість внесення змін до додатків у відповідь на зміну вимог або умов, що дозволяє підприємствам швидше адаптуватися до нових викликів</p>	<p>3) Розробка аналітичних інструментів - використання low-code для створення аналітичних інструментів, які допомагають викладачам аналізувати успішність студентів, виявляти проблеми на ранніх етапах і адаптувати навчальні програми відповідно до потреб студентів.</p>	<p>4) Співпраця та комунікація: - low-code платформи сприяють кращій комунікації між студентами та викладачами через інтеграцію форумів, чатів та інших інструментів для спільної роботи, що покращує навчальний досвід.</p>
	<p>5) Зниження витрат - зменшення витрат на розробку і підтримку програмного забезпечення, оскільки менше часу потрібно на програмування та тестування.</p>	<p>4) Інтерактивні навчальні матеріали - університети можуть розробляти інтерактивні навчальні матеріали, такі як симуляції, ігри або віртуальні лабораторії, що дозволяють студентам здобувати практичний досвід у безпечному середовищі.</p>	<p>5) Інклюзивність: - використання технологій, які забезпечують доступ до навчальних матеріалів для всіх студентів, включаючи тих, хто має особливі потреби, що сприяє справедливості та рівності в освіті.</p>
	<p>6) Покращення співпраці - low-code платформи сприяють кращій комунікації між бізнес-користувачами та IT-відділом, оскільки вони можуть спільно працювати над проектами, використовуючи спільні інструменти</p>	<p>4) Інтерактивні навчальні матеріали - університети можуть розробляти інтерактивні навчальні матеріали, такі як симуляції, ігри або віртуальні лабораторії, що дозволяють студентам здобувати практичний досвід у безпечному середовищі.</p>	
	<p>7) Інновації та експерименти - доступність простих у використанні інструментів заохочує експерименти з новими ідеями та концепціями, що сприяє інноваціям у навчальних закладах.</p>		

Джерело: складено автором на основі [16–21]

Magic Quadrant for Enterprise Low-Code Application Platforms



Рис. 1. Квадрат Гартнера для low-code платформ

Джерело: [30]

Для створення агентів на основі ШІ існує кілька low-code платформ, які дозволяють розробникам швидко і ефективно інтегрувати штучний інтелект у свої рішення. У табл. 4 наведено результати порівняння популярних low-code платформ для створення таких агентів – указано основні функції, переваги та недоліки. Вибір платформи залежить від конкретних потреб бізнесу та рівня технічної підготовки користувачів.

При створенні інтелектуальних агентів (чат-ботів) в університетах на основі low-code технології слід використовувати проектний підхід. Насамперед необхідно визначитися з метою створення чат-ботів – вони повинні слугувати для автоматизації управлінських процесів в університеті, наприклад, управління розкладом, реєстрація на курси, консультації, підтримка студентів і співробітників тощо. Можливий варіант структури такого проекту наведено в табл. 5.

До переліку ключових факторів успіху при реалізації такого проекту слід віднести: а) тісна співпраця з представниками університету для глибокого розуміння управлінських процесів; б) вибір оптимальної low-code платформи, яка дозволяла б швидко та ефективно розробляти та налаштовувати необхідну функціональність; в) забезпечення надійної інтеграції чат-бота з існуючими інформаційними системами; г) приділення значної уваги зручності користувацького інтерфейсу та інтуїтивності взаємодії; д) постійний моніторинг, оновлення та вдосконалення чат-бота відповідно до потреб користувачів.

Разом з тим необхідно зазначити, що використання low-code платформ для створення чат-ботів супроводжується кількома основними викликами: 1) обмежена кастомізація – low-code платформи зазвичай пропонують готові модулі та шаблони, що може обмежувати можливості кастомізації. Це може

Таблиця 3

№	Назва університету	Назва агента (чат-бота)	Задачі, що вирішуються за допомогою програмних агентів (чат-ботів)
1	Массачусетський технологічний інститут (MIT) (США)	Агент на основі Auto-Tuned Models	1) Прогнозування успішності студентів; 2) Управління даними студентів [22].
2	Національний університет Сінгапуру (NUS) (Сінгапур)	1) Чат-боти для підтримки студентів	1) Обробка великої кількості щоденних запитів від студентів та співробітників [23].
		2) Інтелектуальний агент для моніторингу систем	1) Моніторинг продуктивності систем, прогнозування потенційних проблем та автоматичного їх вирішення. Це дозволяє ІТ-команді зосередитися на стратегічних ініціативах [24].
		3) Чат-боти на базі ШІ як педагогічні інструменти	1) Підвищення мотивації та покращення навчання студентів [25].
3	Сіднейський університет (Австралія)	Агент для групової роботи	1) Допомога студентам працювати в командах - керування та фасилітація проєктів групової роботи, з якими студенти часто стикаються [26].
4	Університет Арізони (США)	Чат-бот "Sunny"	1) Допомога студентам у вирішенні різноманітних питань, включаючи реєстрацію на курси, розклад занять та особисті консультації [27].
5	Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ) (Україна)	Чат-бот для подання документів	1) Спрощення процесу подання документів до університету [28].
6	Київський національний університет імені Тараса Шевченка (КНУ) (Україна)	Чат-бот "Вступ Helper"	1) Допомога абітурієнтам для розрахунку ймовірності вступу до університету. Бот містить калькулятор конкурсного балу, надає інформацію про терміни вступної кампанії, пільги та значення пріоритетів [29].

Джерело: складено на основі [22–29]

стати проблемою при спробах реалізувати специфічні або складні функції, які виходять за межі стандартного функціоналу платформи; 2) *залежність від постачальника* – дикористання low-code рішень може призвести до залежності від конкретного постачальника платформи. Це ускладнює перехід на інші технології або провайдерів, якщо виникне така необхідність; 3) *проблеми з безпекою* – оскільки дані часто зберігаються на сторонніх серверах, існують ризики безпеки, пов'язані з захистом конфіденційної інформації. Багато користувачів стикаються з проблемами безпеки, що може вимагати залучення досвідчених розробників для забезпе-

чення належного рівня захисту; 4) *складність інтеграції* – інтеграція з іншими системами може бути ускладнена через різні формати даних і протоколи комунікації. Це може призвести до проблем з продуктивністю системи та затримок у роботі; 5) *обмежена гнучкість* – хоча low-code рішення забезпечують швидкість розробки, вони можуть бути менш гнучкими в порівнянні з традиційним програмуванням, особливо для складних проєктів, які потребують детального налаштування.

Ці виклики можуть вплинути на ефективність реалізації проєктів на базі low-code платформ і потребують ретельного планування та управління ризиками.

Таблиця 4

Платформа	Адреса сайту	Опис	Основні функції	Переваги	Недоліки
Microsoft Power Apps (Microsoft Copilot Studio)	https://www.microsoft.com/en-us/power-platform/	Платформа для створення корпоративних додатків без коду.	Інтуїтивний редактор, інтеграція з API, автоматизація завдань, аналіз даних.	Легкість використання, швидка розробка, потужна інтеграція з Microsoft 365.	Обмежена гнучкість для складних рішень.
Anakin AI	https://anakin.ai/	Платформа для створення та управління AI-додатками.	Генерація контенту, зображень, відео; автоматизація робочих процесів.	Інтуїтивний інтерфейс, можливість створення кастомізованих ШИ-агентів.	Може вимагати знань у галузі ШИ для оптимального використання.
Cogniflow	https://www.cogniflow.ai/	Безкодова платформа для швидкого створення AI-моделей.	Інтуїтивний інтерфейс, готові компоненти для розробки.	Доступність для бізнес-користувачів та розробників-аматорів.	Обмежені можливості для складних алгоритмів машинного навчання.
Vertex AI Agent Builder	https://cloud.google.com/products/agent-builder?hl=uk	Платформа від Google Cloud для створення ШИ-додатків корпоративного рівня.	Консоль без коду, можливість об'єднання агентів, доступ до корпоративних даних.	Широкі можливості інтеграції, підтримка складних робочих процесів.	Може бути складною для новачків через різноманітність функцій.
LangChain	https://www.langchain.com/	Фреймворк для спрощення створення додатків на основі великих мовних моделей (LLM).	Стандартний інтерфейс для ланцюгів та агентів, підтримка різних постачальників LLM.	Гнучкість і модульність, швидка прототипізація додатків.	Потребує базових знань програмування для ефективного використання.
Appian	https://appian.com	Платформа для автоматизації бізнес-процесів та створення додатків з low-code інструментами.	Автоматизація завдань, управління проектами, інтеграція з зовнішніми системами.	Надійність і масштабованість, потужні можливості автоматизації.	Висока вартість ліцензій може бути перешкодою для малих підприємств.
AgentGPT	https://agentgpt.reworkd.ai/uk	Платформа для створення автономних агентів ШИ з можливістю налаштування цілей.	Автономне виконання завдань, інтеграція з популярними фреймворками, такими як LangChain.	Легкість у використанні, можливість налаштування під конкретні потреби.	Може бути обмеженим у функціоналі в порівнянні з більш потужними рішеннями.

Джерело: складено автором

Таблиця 5

№ п.п.	Назва етапу	Назва робіт, які повинні бути виконані	Зміст робіт
1	Підготовчий	Аналіз вимог	а) Визначення ключових управлінських функцій, які повинен виконувати чат-бот; б) Ідентифікація типів користувачів (студенти, викладачі, адміністратори) та їхніх потреб; в) Аналіз наявних інформаційних систем і даних, які необхідно інтегрувати.
		Вибір low-code платформи	а) Оцінка та порівняння популярних low-code платформ (наприклад, Appian, Mendix, OutSystems, Microsoft Power Platform); б) Вибір платформи, яка найкраще відповідає вимогам проекту та можливостям команди.
2	Проектування	2.1. Проектування архітектури системи	а) Визначення компонентів чат-бота (інтерфейс, обробка мови, інтеграція з даними, логіка бізнес-процесів); б) Розробка моделі даних та інтеграція з існуючими інформаційними системами; в) Проектування бізнес-процесів та workflow.
		2.2. Розробка прототипу	а) UI/UX дизайн - створення макетів інтерфейсу; б) Прототип чат-бота - реалізація базової функціональності; в) Створення MVP (мінімально життєздатного продукту).
3	Реалізація	3.1. Розробка та налаштування чат-бота	а) Створення інтерфейсу чат-бота (дизайн, навігація, взаємодія з користувачем); б) Реалізація обробки природної мови (NLP) та розпізнавання намірів користувача; в) Інтеграція з внутрішніми системами (студентські записи, розклад, платежі тощо); г) Налаштування логіки бізнес-процесів та автоматизації управлінських функцій.
		3.2. Тестування та налагодження	а) Проведення модульного, інтеграційного та приймального тестування; б) Оптимізація продуктивності та надійності чат-бота; в) Усунення виявлених помилок та доопрацювання функціональності.
4	Впровадження	4.1. Розгортання	Публікація чат-бота на обраних платформах (вебсайт університету, месенджери)
		4.2. Навчання персоналу	а) Проведення навчальних сесій для різних категорій користувачів (адміністрація, викладачі та студенти); б) Налаштування підтримки та моніторингу функціонування системи.
5	Експлуатація та супроводження	5.1. Супровід та вдосконалення	а) Збір інформації зворотного зв'язку від користувачів; б) Аналіз ефективності використання чат-бота та виявлення нових потреб; в) Регулярне оновлення та розширення функціональності чат-бота.

Джерело: складено автором

Приклад інтелектуального агента для вирішення управлінських задач в університеті. Чат-бот для відділу сприяння працевлаштуванню. Цей чат-бот призначений для студентів університету і дозволяє їм сформулювати заявку та здійснити вибір варіантів: стажування, передипломна практика чи працевлаштування. Він є складовою частиною інформаційно-аналітичної підсистеми відділу сприяння працевлаштуванню. Чат-бот створений за допомогою модуля Microsoft Copilot Studio – складової частини low-code платформи Microsoft Power Apps. Інформаційно-аналітична підсистема відділу сприяння працевлаштуванню реалізована як окрема однойменна команда в модулі Teams хмарної платформи Microsoft 365 з набором функціонально-орієнтованих каналів (рис. 2). Доступ до чат-боту здійснюється через канал **06_Microsoft Copilot Studio**. На рис. 3, а - в, наведені діалогові вікна спілкування студента з чат-ботом. В процесі спілкування студент заповнює форму запиту, в якій, зокрема, слід вказати предмет запиту (стажування, передипломна практика чи працевлаштування) (рис. 4). На основі запиту і з урахуванням інформації з масиву пропозицій організацій-роботодавців чат-ботом пропонуються варіанти для студента. Також передбачена можливість формування різних звітів за допомогою модуля Power BI, який є складо-

вою частиною low-code платформи Microsoft Power Apps (рис. 5).

Висновки. Цифрова трансформація університетів за допомогою low-code технологій і програмних агентів відкриває широкі перспективи для автоматизації адміністративних і навчальних процесів, оптимізації управління ресурсами та формування інноваційного освітнього середовища. Розглянуті в статті приклади успішного впровадження підтверджують актуальність і перспективність таких рішень у сфері вищої освіти. Водночас реалізація цих підходів супроводжується певними труднощами, серед яких залежність від платформних провайдерів, обмежені можливості налаштування, а також питання безпеки та інтеграції з існуючими інформаційними системами. Для ефективного подолання цих викликів потрібен ґрунтовний стратегічний підхід і участь кваліфікованих спеціалістів для підтримки та вдосконалення впроваджених інновацій.

Загалом, впровадження low-code технологій і побудованих з їх допомогою програмних агентів сприяє підвищенню конкурентоспроможності університетів, забезпечуючи їхню відповідність сучасним викликам цифрової екосистеми. Подальше дослідження цієї тематики дозволить знайти нові рішення для розвитку освітнього процесу та вдосконалення управлінських практик у закладах вищої освіти.

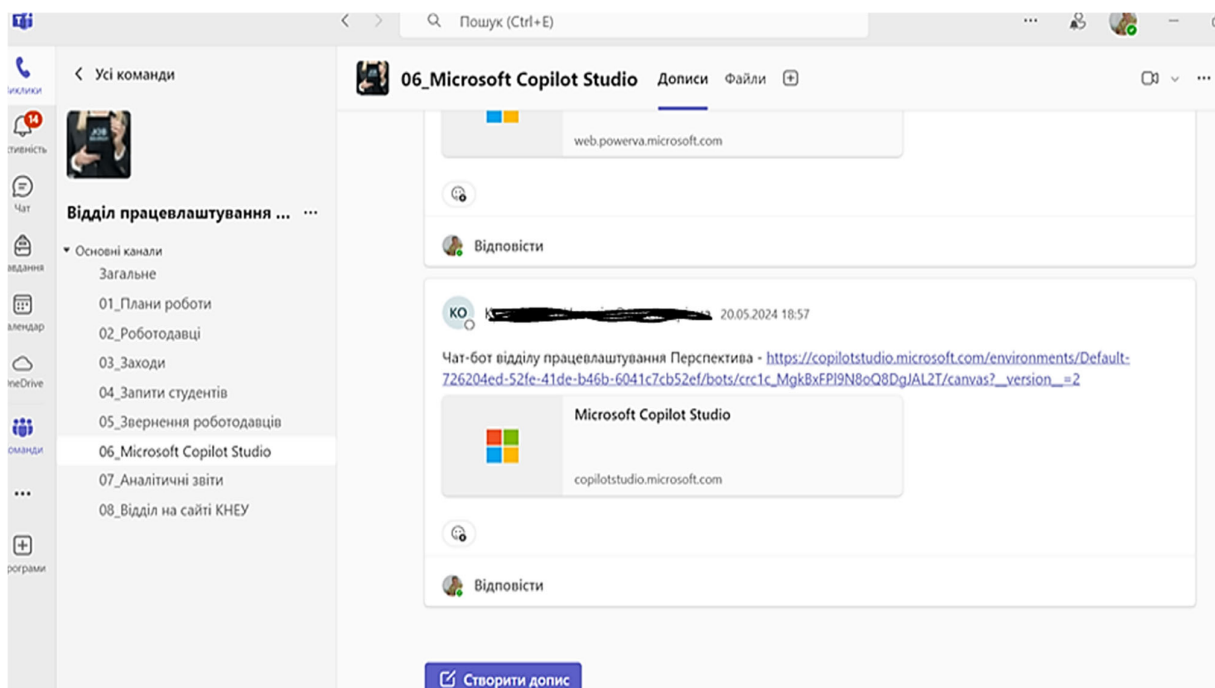
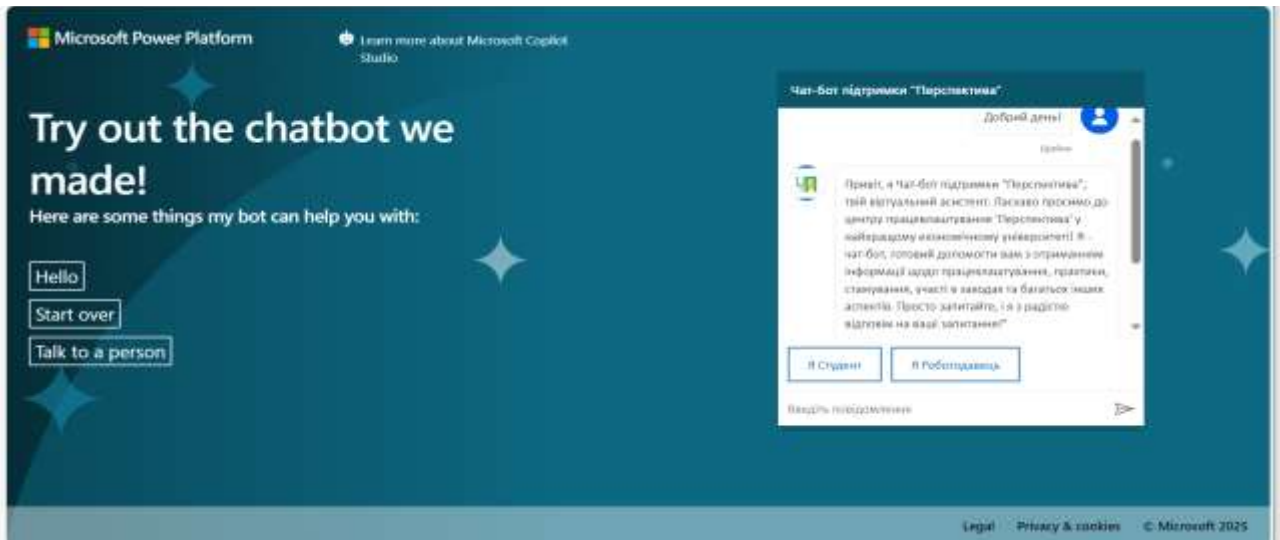
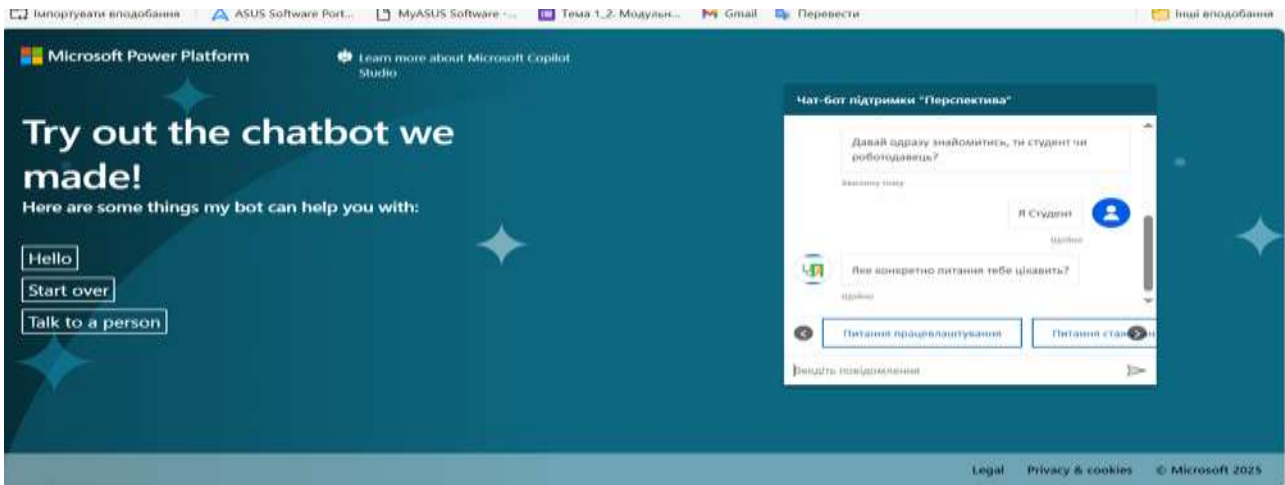


Рис. 2. Інформаційно-аналітична підсистема відділу сприяння працевлаштуванню

Джерело: розроблено автором



a)



б)



в)

Рис. 3. Діалогові вікна розробленого чат-боту для спілкування зі студентами

Джерело: розроблено автором

Форма запиту студента
 Форма, яку слід заповнити студенту при зверненні до відділу працевлаштування

Вітаємо Володимир Михайлович Гужва. Коли ви надішлете цю форму, власник побачить ваше ім'я та адресу електронної пошти [redacted]

1. **Порядковий номер запиту ***
 Введіть число

2. **Номер студентського китка ***
 1234567890

3. **ПІБ студента (повністю) ***
 Введіть значення тут

4. **Факультет, на якому навчається студент ***

- Факультет міжнародної економіки і менеджменту;
- Факультет маркетингу;

Рис. 4. Форма запиту студента при спілкуванні з чат-ботом
 Джерело: розроблено автором

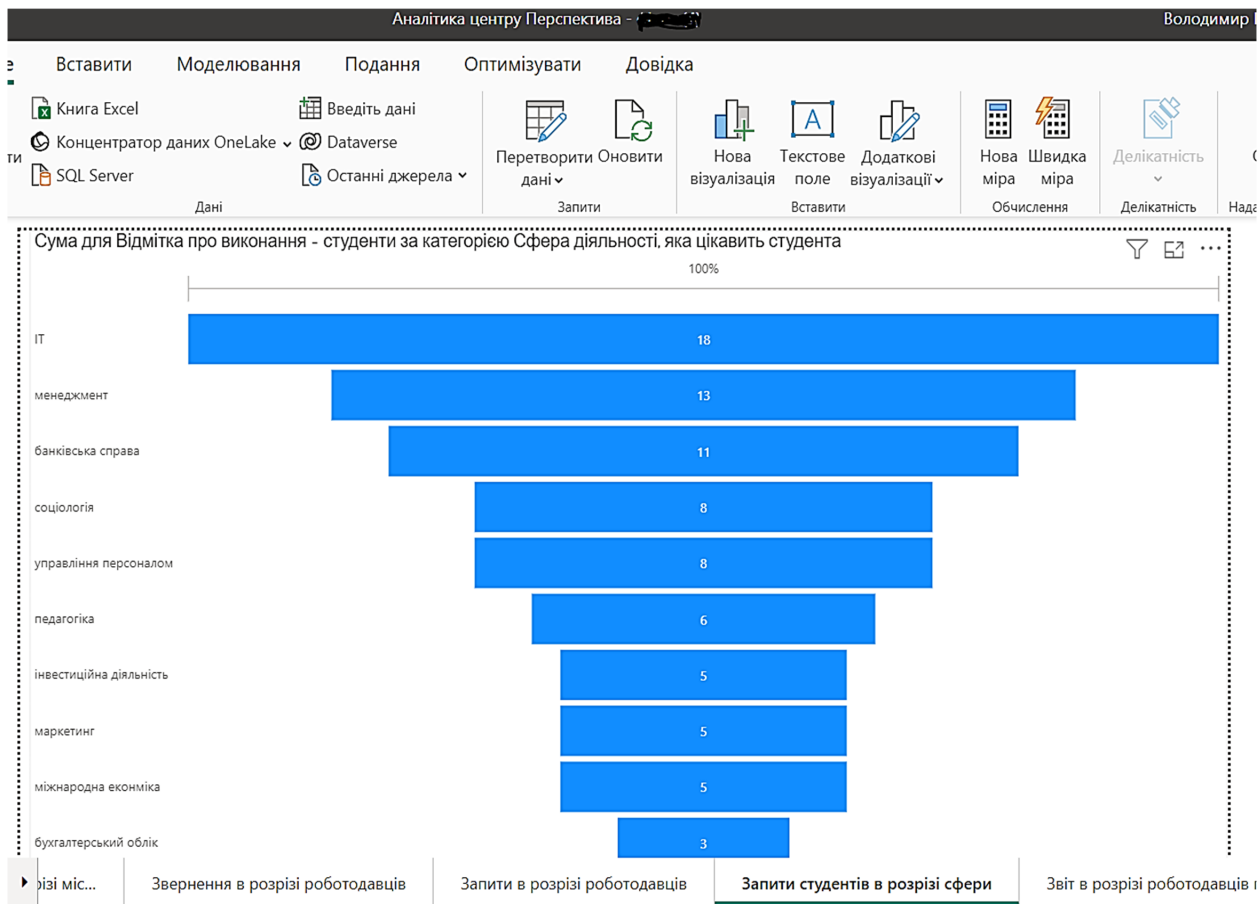


Рис. 5. Вікно з дашбордами звіту відділу сприяння працевлаштуванню
 Джерело: розроблено автором

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Chris DeBrusk. Accelerate Digital Transformation With 'No-Code' Software Tools – 22/07/2021. URL: <https://sloanreview.mit.edu/article/accelerate-digital-transformation-with-no-code-software-tools/>
2. Hrishikesh Joshi. The Impact Of Low-Code/No-Code Architectures On Digital Transformation – 27/12/2024. URL: <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/12/27/the-impact-of-low-codeno-code-architectures-on-digital-transformation/>
3. Andrew Kelly. Reasons to Use Low-Code Platforms in Higher Education – 01/08/2022. URL: <https://www.bplogix.com/blog/5-reasons-to-use-low-code-platforms-in-higher-education>
4. XAAS Genie Solution Team. Revolutionize Higher Education - 5 Reasons why low-code platforms are the future! – 27/12/2024. URL: <https://xaasgenie.com/blog/5-reasons-why-low-code-platforms-are-the-future>
5. Chris Preimesberger. How One University Uses Low-Code Development to Speed Up Its Processes – 01/11/2017. URL: <https://www.eweek.com/development/how-one-university-uses-low-code-development-to-speed-up-its-processes>
6. Elizabeth Sklar and Debbie Richards. Agent-based systems for human learners – The Knowledge Engineering Review, Volume 25, Issue 2, 06/2010, pp. 111–135. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0269888910000044>
7. Kuhail, M.A., Alturki, N., Alramlawi, S. et al. Interacting with educational chatbots: A systematic review. Educ Inf Technol. 28, 973–1018 (2023). URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
8. Pawar, Purushottam. AI-Enhanced Education: Personalized Learning and Educational Technology – 09/2023. DOI:10.25215/9358791152.01
9. Raza, Falsk. AI in Education: Personalized Learning and Adaptive Assessment – 11/2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/375722799_AI_in_Education_Personalized_Learning_and_Adaptive_Assessment
10. L. Benotti, M. C. Martnez and F. Schapachnik, "A Tool for Introducing Computer Science with Automatic Formative Assessment," in IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 11, no. 2, pp. 179-192, 1 April-June 2018, DOI: 10.1109/TLT.2017.2682084
11. Nalyvaiko, O., & Maliutina, A. (2021). Use of chat bots in the educational process of a higher education institution. Scientific Notes of the Pedagogical Department, (48), 117–122. URL: <https://doi.org/10.26565/2074-8167-2021-48-14>
12. Макаров, З. Ю., Момот, А. В., & Демченко, О. М. (2024). Оцінювання впливу чат-бесід на залученість та успішність здобувачів вищої освіти. Педагогічна Академія: наукові записки, (5). URL: <https://doi.org/10.57125/pedacademy.2024.04.29.07>
13. Team Kissflow. Difference Between Low-Code and No-Code Platform – 18/12/2024. URL: <https://kissflow.com/low-code/low-code-vs-no-code/>
14. Low-Code vs. No-Code: What's the difference? - 23 May 2022. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/low-code-vs-no-code>
15. Michelle Gardner. Low-Code vs No-Code: The Differences & Similarities. October 22, 2024. URL: <https://appian.com/blog/acp/low-code/low-code-vs-no-code>
16. Agile + Low-Code: A Heuristic Pedagogy for Differentiation in Higher Education – May 23, 2022. URL: <https://fulcrumdigital.com/blogs/agile-low-code-a-heuristic-pedagogy-for-differentiation-in-higher-education>
17. Andrew Kelly. 5 Reasons to Use Low-Code Platforms in Higher Education. 01/08/2022. URL: <https://www.bplogix.com/blog/5-reasons-to-use-low-code-platforms-in-higher-education>
18. Nidhi Dubey. How eLearning Is Becoming Inclusive With No-Code Low-Code Tech - June 14, 2024. URL: <https://elearningindustry.com/how-elearning-is-becoming-inclusive-with-no-code-low-code-tech>
19. Aditya Pratap Bhuyan. No-Code and Low-Code Development Platforms: The Future of Software Development – 25/10/2024. URL: <https://dev.to/adityabhuyan/no-code-and-low-code-development-platforms-the-future-of-software-development-285n>
20. Willy Fox. Low-Code Up for Digital Transformation? 20/12/2022. URL: <https://www.outsystems.com/blog/posts/low-code-digital-transformation/>
21. Rahul Kumar. The Rise of Low-Code Development Platforms - 30/11/2024. URL: <https://industrywired.com/the-rise-of-low-code-development-platforms>
22. Нейромережа від MIT замінить дата-аналітиків. URL: <https://news.finance.ua/ua/news/-/417755/nejromerezha-vid-mti-zaminyt-data-analitykiv>
23. Conversations with Chatbots – 27/12/2024. URL: <https://www.nus.edu.sg/inside-nus/stories/conversations-with-chatbots>
24. Marion Paul. Meet the Women in GovTech 2024/ – 27/12. URL: <https://govinsider.asia/intl-en/article/tan-shui-min-chief-information-technology-officer-national-university-of-singapore-nus>

25. Lik-Wei WONG, Amanda Huee-Ping WONG, Valerie Ying Hui TAN, Embang Johann Emilio GONZALES and Shing Chuan HOOI. Exploring The Effects of An Artificial Intelligence (AI) Chatbot on Learning and Motivation Among Pharmacy Students. - 24 November, 2024 – URL: <https://blog.nus.edu.sg/hecs/hecs2024-wong-et-al/>
26. Danny Liu. How Sydney educators are building 'AI doubles' of themselves to help their students – 3 December, 2023 - URL: <https://educational-innovation.sydney.edu.au/teaching@sydney/how-sydney-educators-are-building-ai-doubles-of-themselves-to-help-their-students/>
27. Rachel Leingang. Arizona State University students embrace and profess their love to a chatbot named Sunny – 29/01/2020. URL: <https://www.azcentral.com/story/news/local/arizona-education/2020/01/29/arizona-state-university-ai-chatbot-sunny-works-recruit-retain-students/4554789002/>
28. Чат-бот від Kharkiv IT Cluster: зручне подання документів у виші. – 02 August 2021. URL: <https://it-kharkiv.com/chat-bot-vid-kharkiv-it-cluster-zruchne-podannya-dokumentiv-u-vyshi/>
29. Ірина Яковенко. Студенти КНУ розробили чатбот, який вираховує ймовірність вступу до університету – 8/03/2024. URL: <https://www.village.com.ua/village/life/edu-news/348523-studenti-knu-rozrobili-chat-bot-yakiy-virahovue-ymovirnist-vstupu-do-universitetu>
30. Pegasystems named a Leader in the 2024 Gartner® Magic Quadrant™ for Enterprise Low-code Application Platforms (LCAP). URL: <https://www.pega.com/gartner-lcap-2024>

REFERENCES:

1. Chris DeBrusk. Accelerate Digital Transformation With 'No-Code' Software Tools – 22/07/2021. URL: <https://sloanreview.mit.edu/article/accelerate-digital-transformation-with-no-code-software-tools/>
2. Hrishikesh Joshi. The Impact Of Low-Code/No-Code Architectures On Digital Transformation – 27/12/2024 – URL: <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/12/27/the-impact-of-low-code-no-code-architectures-on-digital-transformation/>
3. Andrew Kelly. Reasons to Use Low-Code Platforms in Higher Education – 01/08/2022. URL: <https://www.bplogix.com/blog/5-reasons-to-use-low-code-platforms-in-higher-education>
4. XAAS Genie Solution Team. Revolutionize Higher Education – 5 Reasons why low-code platforms are the future! – 27/12/2024. URL: <https://xaasgenie.com/blog/5-reasons-why-low-code-platforms-are-the-future>
5. Chris Preimesberger. How One University Uses Low-Code Development to Speed Up Its Processes – 01/11/2017 - URL: <https://www.eweek.com/development/how-one-university-uses-low-code-development-to-speed-up-its-processes>
6. Elizabeth Sklar and Debbie Richards. Agent-based systems for human learners – The Knowledge Engineering Review, Volume 25, Issue 2, 06/2010, pp. 111–135. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0269888910000044>
7. Kuhail, M.A., Alturki, N., Alramlawi, S. et al. Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Educ Inf Technol.* 28, 973–1018 (2023). URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
8. Pawar, Purushottam. AI-Enhanced Education: Personalized Learning and Educational Technology – 09/2023. DOI:10.25215/9358791152.01
9. Raza, Falsk. AI in Education: Personalized Learning and Adaptive Assessment – 11/2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/375722799_AI_in_Education_Personalized_Learning_and_Adaptive_Assessment
10. L. Benotti, M. C. Martnez and F. Schapachnik, "A Tool for Introducing Computer Science with Automatic Formative Assessment," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 11, no. 2, pp. 179–192, 1 April-June 2018, doi: 10.1109/TLT.2017.2682084
11. Nalyvaiko, O., & Maliutina, A. (2021). Use of chat bots in the educational process of a higher education institution. *Scientific Notes of the Pedagogical Department*, (48), 117–122. URL: <https://doi.org/10.26565/2074-8167-2021-48-14>
12. Makarov, Z. Yu., Momot, A. V., & Demchenko, O. M. (2024). Otsiniuvannia vplyvu chat-besid na zaluchnist ta uspishnist здобувачів вищої освіти. *Pedahohichna Akademiya: naukovi zapysky*, (5). URL: <https://doi.org/10.57125/pedacademy.2024.04.29.07>
13. Team Kissflow. Difference Between Low-Code and No-Code Platform – 18/12/2024. URL: <https://kissflow.com/low-code/low-code-vs-no-code/>
14. Low-Code vs. No-Code: What's the difference? - 23 May 2022. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/low-code-vs-no-code>
15. Michelle Gardner. Low-Code vs No-Code: The Differences & Similarities. -October 22, 2024. URL: <https://appian.com/blog/acp/low-code/low-code-vs-no-code>

16. Agile + Low-Code: A Heuristic Pedagogy for Differentiation in Higher Education - May 23, 2022. URL: <https://fulcrumdigital.com/blogs/agile-low-code-a-heuristic-pedagogy-for-differentiation-in-higher-education>
17. Andrew Kelly. 5 Reasons to Use Low-Code Platforms in Higher Education. – 01/08/2022. URL: <https://www.bplogix.com/blog/5-reasons-to-use-low-code-platforms-in-higher-education>
18. Nidhi Dubey. How eLearning Is Becoming Inclusive With No-Code Low-Code Tech - June 14, 2024. URL: <https://elearningindustry.com/how-elearning-is-becoming-inclusive-with-no-code-low-code-tech>
19. Aditya Pratap Bhuyan. No-Code and Low-Code Development Platforms: The Future of Software Development - 25/10/2024 – URL: <https://dev.to/adityabhuyan/no-code-and-low-code-development-platforms-the-future-of-software-development-285n>
20. Willy Fox. Low-Code Up for Digital Transformation? – 20/12/2022. URL: <https://www.outsystems.com/blog/posts/low-code-digital-transformation/>
21. Rahul Kumar. The Rise of Low-Code Development Platforms – 30/11/2024. URL: <https://industrywired.com/the-rise-of-low-code-development-platforms>
22. Neiomerezha vid MIT zaminit data-analitykiv. URL: <https://news.finance.ua/ua/news/-/417755/nejromerezha-vid-mti-zaminyt-data-analitykiv>
23. Conversations with Chatbots – 27/12/2024. URL: <https://www.nus.edu.sg/inside-nus/stories/conversations-with-chatbots>
24. Marion Paul. Meet the Women in GovTech 2024 – 27/12. URL: <https://govinsider.asia/intl-en/article/tan-shui-min-chief-information-technology-officer-national-university-of-singapore-nus>
25. Lik-Wei WONG, Amanda Huee-Ping WONG, Valerie Ying Hui TAN, Embang Johann Emilio GONZALES and Shing Chuan HOOI. Exploring The Effects of An Artificial Intelligence (AI) Chatbot on Learning and Motivation Among Pharmacy Students. 24 November, 2024. URL: <https://blog.nus.edu.sg/hecs/hecs2024-wong-et-al/>
26. Danny Liu. How Sydney educators are building 'AI doubles' of themselves to help their students – 3 December, 2023. URL: <https://educational-innovation.sydney.edu.au/teaching@sydney/how-sydney-educators-are-building-ai-doubles-of-themselves-to-help-their-students/>
27. Rachel Leingang. Arizona State University students embrace and profess their love to a chatbot named Sunny – 29/01/2020. URL: <https://www.azcentral.com/story/news/local/arizona-education/2020/01/29/arizona-state-university-ai-chatbot-sunny-works-recruit-retain-students/4554789002/>
28. Chat-bot vid Kharkiv IT Cluster: zruchne podannia dokumentiv u vyshi. - 02 August 2021. URL: <https://it-kharkiv.com/chat-bot-vid-kharkiv-it-cluster-zruchne-podannya-dokumentiv-u-vyshi/>
29. Iryna Yakovenko. Studenty KNU rozrobyly chat-bot, yakiy vyrahovuie ymovirnist vstupu do universytetu - 8/03/2024. URL: <https://www.village.com.ua/village/life/edu-news/348523-studenti-knu-rozrobili-chat-bot-yakiy-virahovue-ymovirnist-vstupu-do-universitetu>
30. Pegasystems named a Leader in the 2024 Gartner® Magic Quadrant™ for Enterprise Low-code Application Platforms (LCAP). URL: <https://www.pega.com/gartner-lcap-2024>