

УДК 378+519.876.2+519.816
DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2023.3.11>

Олексій ЧЕРНЮК

студент магістратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Навчально-науковий Інститут прикладного системного аналізу, проспект Берестейський, 37-А, м. Київ, Україна, індекс 03056 (cherniuk.oleksii@iit.kpi.ua)

ORCID: 0009-0008-7341-2934

Oleksii CHERNIUK

Master of Science Student, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Educational and Research Institute for Applied System Analysis, 37-A Beresteyskyi Avenue, Kyiv, Ukraine, postal code 03056 (cherniuk.oleksii@iit.kpi.ua)

ORCID: 0009-0008-7341-2934

Бібліографічний опис статті: Чернюк, О. (2023). Моделювання впливу чат-ботів на основі штучного інтелекту на якість вищої освіти методами системного аналізу. *Інформаційні технології та суспільство*. Вип. 3(9), 80–90. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2023.3.11>

Bibliographic description of the article: Cherniuk, O. (2023). Modeliuvannia vplyvu chat-botiv na osnovi shtuchnoho intelektu na yakist vyshchoi osvity metodamy systemnoho analizu [Modeling by methods of system analysis the impact of chatbots based on artificial intelligence on the quality of higher education]. *Informatsiini tekhnologii ta suspilstvo – Information technology and society*, 3(9), 80–90. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2023.3.11>

**МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЧАТ-БОТІВ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
НА ЯКІСТЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ МЕТОДАМИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

Дане дослідження дозволяє оцінити вплив генеративних чат-ботів на основі штучного інтелекту на якість вищої освіти, враховуючи як академічно добросчесну, так і академічно недобросчесну навчальні діяльності. Основна мета дослідження полягає в тому, щоб запропонувати ефективні стратегії для покращення якості вищої освіти в умовах стрімкого розвитку штучного інтелекту.

У дослідженні використано двоетапний метод модифікованого морфологічного аналізу та метод когнітивного моделювання. Ці системні підходи забезпечили комплексну основу для аналізу складних взаємодій між студентами, генеративними чат-ботами та освітніми практиками. Використання комбінованого підходу сприяло фундаментальному розумінню проблем, що розглядаються, дозволяючи більш ретельно вивчити потенційні рішення.

Унікальність даного дослідження полягає у вивченні конкретного впливу чат-ботів на якість вищої освіти та впровадженні конкретних стратегій для підвищення рівня освітнього процесу. Цікавою і ключовою особливістю є те, що для обох методів системного аналізу використовувались майже ідентичні базові дані. Незважаючи на використання різних підходів, результати обох методів виявилися дивовижно схожими, що відкриває шлях до комбінування та порівняння різних математичних методів системного аналізу для дослідження будь-яких інших галузей знань. Обидва методи вказали на майже ідентичні стратегії для покращення якості вищої освіти, що підтверджує високу якість розроблених моделей і дає можливість однозначно приймати ефективні рішення науково-педагогічному персоналу вищих навчальних закладів.

У результаті дослідження було побудовано ефективні стратегії для покращення якості вищої освіти шляхом мінімізації негативних наслідків, пов'язаних із зловживанням чат-ботами студентами, і максимізації навчальних, практичних і наукових переваг, які можна отримати від взаємодії учасників навчального процесу зі штучним інтелектом чат-ботів. Результатом моделювання є розробка двох взаємопов'язаних моделей, які виявили чисельну ієрархію ефективності освітніх втручань для покращення якості вищої освіти. Ця ієрархія дій може служити цінним інструментом для педагогів і бути рекомендованою для впровадження в систему вищої освіти.

Ключові слова: якість вищої освіти, морфологічний аналіз, когнітивна карта, когнітивне моделювання, прийняття рішень, системний аналіз.

**MODELING BY METHODS OF SYSTEM ANALYSIS THE IMPACT OF CHATBOTS
BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION**

The given research allows assessing the impact of artificial intelligence-based generative chatbots on the quality of higher education, taking into account both academically ethical and academically unethical educational activities. The primary aim of the study is to propose effective strategies for enhancing the quality of higher education in the rapidly developing landscape of artificial intelligence.

The research employs a two-stage method of modified morphological analysis and cognitive modeling. These systematic approaches provide a comprehensive foundation for analyzing complex interactions among students, generative chatbots, and educational practices. The use of a combined approach contributes to a fundamental understanding of the addressed issues, enabling a more thorough exploration of potential solutions.

The uniqueness of this research lies in the examination of the specific influence of chatbots on the quality of higher education and the implementation of specific strategies to elevate the level of the educational process. An intriguing and key feature is that both methods of system analysis utilized nearly identical basic data. Despite employing different approaches, the results of both methods turned out remarkably similar, paving the way for combining and comparing various mathematical methods of system analysis in researching other knowledge domains. Both methods indicated almost identical strategies for improving the quality of higher education, affirming the high quality of the developed models and providing clear guidance for effective decision-making by the scientific and pedagogical staff of higher educational institutions.

As a result of the research, effective strategies were formulated to enhance the quality of higher education by minimizing the negative consequences associated with students' misuse of chatbots and maximizing the educational, practical, and scientific benefits derived from the interaction between participants in the educational process and artificial intelligence chatbots. The modeling outcome involves the development of two interconnected models that reveal a numerical hierarchy of the effectiveness of educational interventions for improving the quality of higher education. This hierarchy of actions can serve as a valuable tool for educators and is recommended for implementation in the higher education system.

Key words: quality of higher education, morphological analysis, cognitive map, cognitive modeling, decision making, system analysis.

1. Постановка проблеми та мета дослідження.

Вища освіта є критично важливим компонентом суспільного розвитку, що надає людям знання, навички та кваліфікацію, необхідні для особистого та професійного зростання. Одним із визначних аспектів галузі вищої освіти, яка розвивається, є інтеграція технологій в освітні процеси.

Чат-боти, що базуються на технологіях штучного інтелекту (ШІ) і обробки природної мови (NLP), стали цінними інструментами в різних сферах, включаючи вищу освіту. Чат-боти – це комп'ютерні програми, призначені для імітації людської розмови та надання автоматичних відповідей на запити користувачів. Значний технологічний прорив здійснили генеративні чат-боти на основі штучного інтелекту, такі як Chat GPT (OpenAI), Bard (Google), Bing Chat (Microsoft), Perplexity AI, YouChat, Chatsonic, Aria та багато інших. Хоча основною функцією генеративних чат-ботів є імітація співрозмовника-людини, вони можуть виконувати дуже багато завдань. Наприклад, писати і налагоджувати код програм; відповідати на тестові питання з поясненнями; генерувати бізнес-ідеї; писати вірші, твори, статті, тексти пісень; перекладати, переписувати та резюмувати текст; емулювати систему Linux; моделювати цілі чати; грати в такі ігри, як «хрестики-нулики»; змодельовати банкомат; надавати психологічні консультації; розпізнавати зображення; вирішувати математичні задачі та багато іншого [1-5].

Зв'язок чат-ботів на основі штучного інтелекту з вищою освітою є неминучим, тому існує потреба критично вивчити їхній вплив на якість освіти. Це дослідження прагне надати інформацію та рекомендації для навчальних закладів, які, хочуть цього чи ні, змушені взаємодіяти з новою реальністю, коли студент стає одним цілим з чат-ботом, і стає не зрозуміло, де справжні знання студента, і в чому вони полягають.

2. Виклад основного матеріалу дослідження.

2.1. Шкала вимірювання взаємовпливу альтернатив.

Усі впливи вершин одна на одну відбуваються на інтервалі [-1; +1]. Вагу кожного впливу будемо розуміти так (таб. 1):

Таблиця 1

Міри впливу

Дуже сильно негативний вплив	[-1; -0.8]
Сильно негативний вплив	[-0.8; -0.6]
Досить негативний вплив	[-0.6; -0.4]
Помірно негативний вплив	[-0.4; -0.2]
Легко негативний вплив	[-0.2; -0]
Прямого впливу немає	{0}
Легко позитивний вплив	(0; +0.2]
Помірно позитивний вплив	(+0.2; +0.4]
Досить позитивний вплив	(+0.4; +0.6]
Сильно позитивний вплив	(+0.6; +0.8]
Дуже сильно позитивний вплив	(+0.8; +1]

2.2. Модель на основі методу двоетапного модифікованого морфологічного аналізу.

2.2.1. Опис параметрів морфологічних таблиць.

Для дослідження нашої тематики застосуємо метод двоетапного модифікованого морфологічного аналізу (МММА) [6-9]. Експериментальна модель об'єкта буде заснована на морфологічних таблицях з двох характеристичних параметрів, кожен з яких має свої альтернативні сценарії.

Усі параметри морфологічної таблиці є якісними за своєю природою, тобто альтернативи таких параметрів принципово (якісно) відрізняються між собою, і між такими альтернативами неможливо встановити відношення переваги, як для кількісних параметрів.

Усі параметри є релевантними, тобто параметр повинен залежати або впливати на хоча б один інший параметр. У рамках деталізації, яка обрана для задачі, з параметрів, на основі яких визначається вплив на якість вищої освіти, було вилучено усі нерелевантні альтернативи.

У державних та університетських документах, підручниках та інших джерелах [10-12] можна знайти декілька десятків параметрів для оцінки якості вищої освіти, але в контексті нашої задачі було підібрано тринадцять релевантних показників ефективності студентської навчальної діяльності (таб. 2).

Таблиця 2

Морфологічна таблиця першого етапу МММА (морфологічна таблиця сценаріїв)

Вплив чат-ботів на основі штучного інтелекту на якість вищої освіти	
Мета використання чат-ботів студентами	Студентські показники ефективності навчальної діяльності
1.1. Списування і халатність у навчанні	2.1. Оцінки студентів
1.2. Саморозвиток, навчальна комунікація, удосконалення навичок	2.2. Розуміння навчального матеріалу
	2.3. Базові практичні навички, здобуті під час навчання
	2.4. Навички критичного, творчого та незалежного мислення
	2.5. Запам'ятовування інформації
	2.6. Швидкість виконання навчальних завдань
	2.7. Дослідницька майстерність
	2.8. Відвідуваність занять та активність на них
	2.9. Здатність ефективно передавати думки усно і письмово
	2.10. Співпраця та командна робота
	2.11. Адаптивність та стійкість до нових ситуацій та викликів
	2.12. Організація часу (тайм-менеджмент)
	2.13. Технологічна компетентність

На основі джерел про генеративні чат-боти на основі ШІ [3-5] та експертного актуального навчального студентського досвіду було відібрано дев'ять способів контролю якості вищої освіти (таб. 3) в контексті використання студентами чат-ботів. Альтернативи параметрів є взаємовиключними, що було враховано при проведенні процедури експертного оцінювання початкових наближень параметрів при експертному оцінюванні попарними порівняннями. Множина альтернатив є повною.

Таблиця 3

Морфологічна таблиця другого етапу МММА (морфологічна таблиця стратегій)

Способи контролю якості вищої освіти в контексті використання студентами чат-ботів
3.1. Використання чат-ботів в навчальних програмах предметів
3.2. Заборона використання гаджетів під час очних контрольних робіт і суворий контроль
3.3. Усні опитування віч на віч
3.4. Оцінювання за творчими індивідуальними унікальними роботами
3.5. Використання спеціального контролюючого програмного забезпечення в умовах дистанційного навчання під час контрольних робіт
3.6. Усунення гуманітарних або тестових завдань в якості способів оцінювання студентів
3.7. Вимога дотримання спеціального стилю оформлення робіт, який чат-боти не зможуть повторити
3.8. Написання контрольних робіт від руки перед камерою, яка фіксує руки та обличчя
3.9. Суворі часові обмеження для написання контрольних робіт

2.2.2. Перший етап МММА.

Для початку оцінимо початкові ймовірності альтернатив. Головна мета першого етапу морфологічного аналізу – отримати початкові наближення $p_j^{(i)}$ для ймовірностей кожної з альтернатив $a_j^{(i)}$ характеристичних параметрів. Для альтернатив $a_j^{(i)}$, $j \in 1, n$ параметра «Мета використання чат-ботів студентами» експертами надається оцінка $\widetilde{p}_j^{(i)}$. Для альтернативи «1.1» обрали значення 0.8, знаючи що в основному студенти використовують чат-боти для списування і халтури, для «2» відповідно значен-

ня 0.2. Для альтернатив параметра «Студентські показники ефективності навчальної діяльності» використали рівномірний розподіл, тобто однакову ймовірність для кожної його альтернативи. Оскільки ми не можемо апіорно отримати адекватні оцінки ймовірностей, використання експертної процедури для цього не є раціональним через значну невизначеність оцінок і через їх близькість. У такому випадку результат роботи МММА над параметром «Студентські показники ефективності навчальної діяльності» буде базуватись виключно на використанні матриці взаємозв'язків альтернатив параметрів і стане одним із важливих результатів даного дослідження.

Наведемо оцінену уже нормовану морфологічну таблицю (таб. 4).

Таблиця 4

Початкові ймовірності альтернатив

Мета використання чат-ботів студентами		Студентські показники ефективності навчальної діяльності	
Номер альтернативи	Ймовірність альтернативи	Номер альтернативи	Ймовірність альтернативи
1.1	0.8	2.1	0.076
1.2	0.2	2.2	0.077
		2.3	0.077
		2.4	0.077
		2.5	0.077
		2.6	0.077
		2.7	0.077
		2.8	0.077
		2.9	0.077
		2.10	0.077
		2.11	0.077
		2.12	0.077
		2.13	0.077

Далі оцінимо матрицю взаємозв'язків параметрів першого етапу.

Для врахування зв'язків між параметрами морфологічної таблиці (МТ) на основі таблиці 1 побудуємо числову матрицю взаємозв'язків альтернатив параметрів (таб. 5).

Таблиця 5

Матриця взаємозв'язків параметрів першого етапу

	1.1	1.2
2.1	0.4	0.5
2.2	-0.8	0.3
2.3	-0.5	0.15
2.4	-0.3	0.15
2.5	-0.7	-0.2
2.6	0.8	0.2
2.7	-0.7	-0.2
2.8	-0.4	-0.2
2.9	-0.25	0.05
2.10	-0.35	-0.1
2.11	0.4	0.4
2.12	0.15	0.3
2.13	0.5	0.8

Нарешті, проведемо процедури з розрахунку ймовірностей альтернатив і конфігурацій. Щоб отримати остаточні значення ймовірності, необхідно розв'язати задачу розрахунку ймовірностей альтернатив параметрів. Подібні розрахунки повторюємо для всіх 26 конфігурацій, отримуємо результат першого етапу морфологічного аналізу – оцінки ймовірностей альтернатив з урахуванням зв'язків між ними (таб. 6).

Таблиця 6

Результат першого етапу МММА

Мета використання чат-ботів студентами		Студентські показники ефективності навчальної діяльності	
Номер альтернативи	Ймовірність альтернативи	Номер альтернативи	Ймовірність альтернативи
1.1	0.74806734	2.1	0.11668415
1.2	0.25193266	2.2	0.03496632
		2.3	0.05244948
		2.4	0.06576998
		2.5	0.03330126
		2.6	0.13986528
		2.7	0.03330126
		2.8	0.05328201
		2.9	0.06743505
		2.10	0.0582772
		2.11	0.1165544
		2.12	0.09823871
		2.13	0.1298749

2.2.3. Другий етап МММА.

Специфіка другого етапу МММА полягає в тому, що вибір альтернатив параметрів морфологічної таблиці стратегій залежить не від випадкових зовнішніх факторів, а від особи, що приймає рішення. Тому на другому етапі для оцінки альтернатив і конфігурацій використовується величина очікуваної результативності, тобто вірогідності того, що вибір цієї альтернативи або конфігурації призведе до бажаних результатів.

Матриця зв'язків, яка співставляє кожен пару альтернатив першого і другого етапів наведена в таблиці 7.

Таблиця 7

Матриця зв'язків альтернатив першого та другого етапів

	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
1.1	0.5	1	1	0.65	0.9	0.6	0.15	1	0.4
1.2	0.5	0	0	0	0	0	0.1	0	0
2.1	0	-0.5	-0.4	0	-0.4	0	-0.1	-0.5	-0.5
2.2	0.3	0.5	0.4	0.6	0.3	-0.1	0	0.5	0.3
2.3	-0.25	0.7	0.3	0.5	0.3	-0.1	0	0.5	0.3
2.4	-0.15	0.2	0.3	0.6	0.1	0.2	0	0.2	-0.45
2.5	-0.35	0.5	0.3	0.15	0.3	0.2	0	0.4	0.2
2.6	0.7	-0.5	0	-0.25	0	-0.2	-0.2	-0.4	0.5
2.7	-0.1	-0.2	0	0.4	0	0.3	0	0	0
2.8	0.2	0.5	0.8	-0.2	0	0	0.1	0	0
2.9	-0.2	0	0.45	0.4	0	-0.25	0	0	0
2.10	0.2	0.3	0.15	0	-0.1	0	0.1	0	-0.4
2.11	0.6	0.35	0.4	0.1	0.1	0	0.1	0.25	0.45
2.12	0.55	0.3	0	0.25	0.3	0	0	0.2	0.7
2.13	0.85	-0.1	0	0.4	0.15	0	0.15	0.05	0

У результаті процедури з розрахунку оцінок альтернатив другого етапу отримуємо таблицю 8.

Таблиця 8

Розраховані на другому етапі МММА оцінки альтернатив

3.1. Використання чат-ботів в навчальних програмах предметів	0.13713944
3.3. Усні опитування віч на віч	0.129650906
3.4. Оцінювання за творчими індивідуальними унікальними роботами	0.116804045
3.2. Заборона використання гаджетів під час очних контрольних робіт і суворий контроль	0.116340931
3.5. Використання спеціального контролюючого програмного забезпечення в умовах дистанційного навчання під час контрольних робіт	0.114872605
3.8. Написання контрольних робіт від руки перед камерою, яка фіксує руки та обличчя	0.112691262
3.6. Усунення гуманітарних або тестових завдань в якості способів оцінювання студентів	0.096571773
3.9. Суворі часові обмеження для написання контрольних робіт	0.096144714
3.7. Вимога дотримання спеціального стилю оформлення робіт, який чат-боти не зможуть повторити	0.079784324

2.2.4. Результати моделювання МММА.

У результаті першого етапу МММА отримали початкові наближення для ймовірностей кожної з альтернатив «1.1-1.2», «2.1-2.13». З отриманих даних можна зробити висновки, що приблизно три використання студентами генеративного чат-бота із чотирьох відбувається для списування і халтури. Було отримано різноманітну ієрархію показників студентської ефективності навчальної діяльності саме в контексті використання чат-ботів студентами (рис. 1). Пам'ятаємо що вибіркоче середнє рівномірного розподілу появи будь-якого параметра альтернативи «Студентські показники ефективності навчальної діяльності» дорівнює 0,077. Згідно з таблицею 8 можна зробити висновок, що використання чат-ботів студентами позитивно вплинуло на швидкість виконання навчальних завдань, технологічну компетентність, оцінки студентів, адаптивність та стійкість до нових ситуацій, організацію часу. І негативно – на запам'ятовування інформації, дослідницьку майстерність, розуміння навчального матеріалу, базові практичні навички, відвідуваність занять та активність на них, співпрацю та командну роботу, навички критичного, творчого та незалежного мислення, здатність ефективно передавати думки усно і письмово. Порівнявши кожне числове значення ефективності з початковим вибіркочим середнім рівномірного розподілу, можна порахувати приблизно, у скільки разів покращилася або погіршилася ситуація з відповідним показником студентської ефективності.

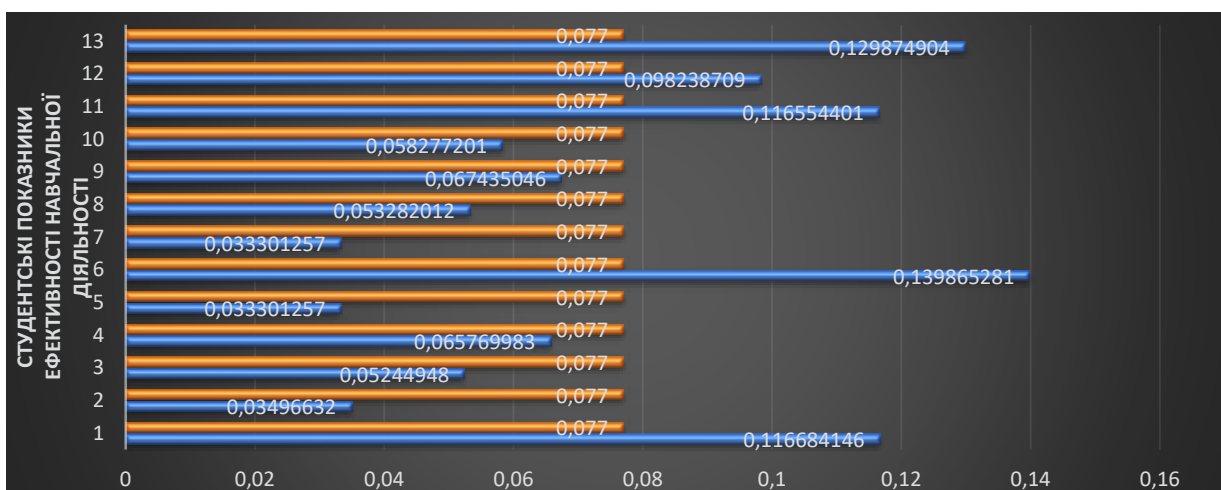


Рис. 1. Порівняння ймовірностей альтернатив за рівнем позитивно-негативного впливу генеративних чат-ботів на студентські показники ефективності навчальної діяльності

У результаті другого етапу МММА отримали рейтинг способів контролю якості вищої освіти (рис. 2).



Рис. 2. Порівняння ймовірностей результативності альтернатив для способів контролю якості вищої освіти

З діаграми можемо бачити, що майже усі величини очікуваної результативності близькі до вибіркового середнього 0.(11), тобто усі способи мають деякий позитивний вплив на якість вищої освіти в умовах використання чат-ботів студентами. Проте можемо виділити 6 найефективніших способів контролю якості вищої освіти в контексті використання студентами чат-ботів, а саме: використання чат-ботів в навчальних програмах предметів, усні опитування віч на віч, оцінювання за творчими індивідуальними унікальними роботами, заборона використання гаджетів під час очних контрольних робіт і суворий контроль, використання спеціального контролюючого програмного забезпечення в умовах дистанційного навчання під час контрольних робіт, написання контрольних робіт від руки перед камерою, яка фіксує руки та обличчя. Тобто 4 із 6 найефективніших способів є способами-обмежувачами, які спрямовані на посиленій контроль студента. Спосіб використання чат-ботів в навчальних програмах предметів набрав високий рівень ефективності через те, що на відміну від інших способів він має значний вплив на альтернативу «1.2»: студенти активно використовують чат-боти на основі штучного інтелекту для саморозвитку, навчальної комунікації і удосконалення своїх навичок, тобто таке рішення не лише допомагає зменшити шкідливий вплив чат-ботів, а також надає можливість отримувати від них значну користь.

2.3. Когнітивне моделювання [13-16].

Вершини когнітивної карти (КК) повністю співпадають з альтернативами параметрів методу МММА з додаванням однієї цільової вершини «4. Якість вищої освіти», нумерація вершин також співпадає (рис. 3).

Взаємовпливи між вершинами КК засновані на даних з таблиць 5, 8. До матриці суміжності КК (рис. 4) були додані взаємодії параметрів 2.1 – 2.13 з параметром 4.

Усі власні числа отриманої матриці суміжності рівні 0, тому дана КК є імпульсно стійкою і стійкою за значеннями (абсолютно). Над отриманою когнітивною моделлю було проведено експериментальне тестування шляхом направлення на кожну керуючу вершину 3.1 – 3.9 одиничного додатного імпульсу (рис. 5).

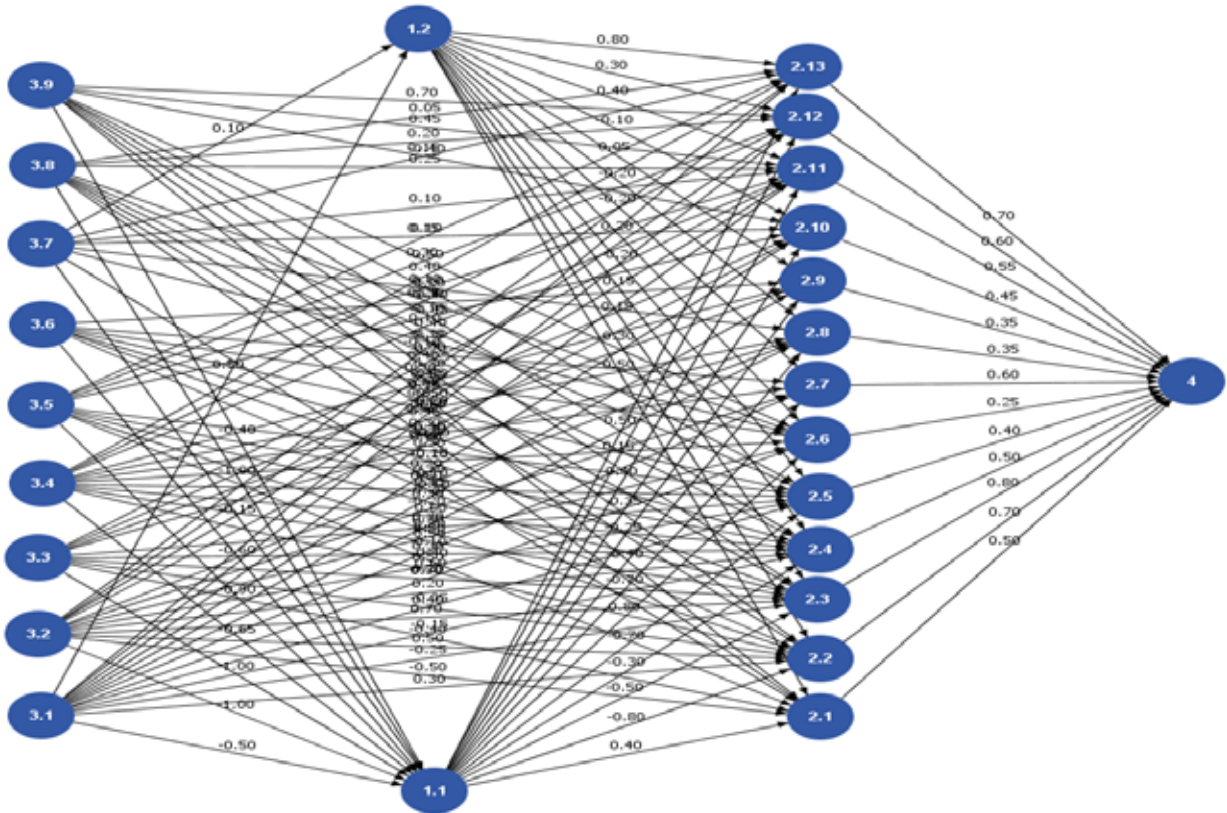


Рис. 3. Когнітивна карта впливу способів контролю якості вищої освіти на студентські показники ефективності навчальної діяльності, які в свою чергу впливають на цільовий параметр «Якість вищої освіти»

	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	2.11	2.12	2.13	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4								
1.1	0	0	0.4	-0.8	-0.5	-0.3	-0.7	0.8	-0.7	-0.4	-0.25	-0.35	0.4	0.15	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
1.2	0	0	0.5	0.3	0.15	0.15	-0.2	0.2	-0.2	-0.2	0.25	-0.1	0.4	0.3	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5							
2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7						
2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8					
2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5				
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4			
2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25			
2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6		
2.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35		
2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35		
2.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.60		
2.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25		
2.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40		
2.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	
3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.60	
3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	
3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40	
3.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	
3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.60	
3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	
3.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.70	
3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	
3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Рис. 4. Матриця суміжності КК

Отже, створена когнітивна модель реагує на зовнішні зміни адекватно, адже при моделюванні вона показала цілком реалістичні закономірності. За результатами моделювання можемо виділити 5 найефективніших способів контролю якості вищої освіти, а саме: використання чат-ботів в навчальних програмах предметів, усні опитування віч-на-віч, заборона використання гаджетів під час очних контрольних робіт і суворий контроль, використання спеціального контролюючого програмного забезпечення в умовах дистанційного навчання під час контрольних робіт, написання контрольних робіт від руки перед камерою, яка фіксує руки та обличчя.



Рис. 5. Ієрархія впливу способів контролю якості вищої освіти в контексті використання студентами чат-ботів на основі ІІІ

3. Результати дослідження.

Результати роботи двох методів для порівняння і наочності були зведені в єдину таблицю (таб. 10), в якій можемо бачити ієрархію способів максимізації позитивного впливу чат-ботів на основі ІІІ на якість вищої освіти.

Таблиця 10

Порівняння результатів моделювання методами морфологічного аналізу та когнітивного моделювання

Ієрархія пріоритетності	Метод двоетапного модифікованого морфологічного аналізу	Метод когнітивного моделювання
1	Використання чат-ботів в навчальних програмах предметів	Використання чат-ботів в навчальних програмах предметів
2	Усні опитування віч на віч	Усні опитування віч на віч
3	Оцінювання за творчими індивідуальними унікальними роботами	Написання контрольних робіт від руки перед камерою, яка фіксує руки та обличчя
4	Заборона використання гаджетів під час очних контрольних робіт і суровий контроль	Заборона використання гаджетів під час очних контрольних робіт і суровий контроль
5	Використання спеціального контролюючого програмного забезпечення в умовах дистанційного навчання під час контрольних робіт	Використання спеціального контролюючого програмного забезпечення в умовах дистанційного навчання під час контрольних робіт
6	Написання контрольних робіт від руки перед камерою, яка фіксує руки та обличчя	Оцінювання за творчими індивідуальними унікальними роботами
7	Усунення гуманітарних або тестових завдань в якості способів оцінювання студентів	Усунення гуманітарних або тестових завдань в якості способів оцінювання студентів
8	Суворі часові обмеження для написання контрольних робіт	Суворі часові обмеження для написання контрольних робіт
9	Вимога дотримання спеціального стилю оформлення робіт, який чат-боти не зможуть повторити	Вимога дотримання спеціального стилю оформлення робіт, який чат-боти не зможуть повторити

4. Висновки

Отримані результати є досить реалістичними, хоча і засновані на суб'єктивній оцінці. Дане дослідження є досить наочним і актуальним, адже побудоване на оцінці студента, який сам знаходиться у розглянутій ситуації і знає, як це працює зсередини. Була розроблена модель, яка може допомогти проаналізувати способи контролю якості вищої освіти в контексті використання студентами генеративних чат-ботів на основі ШІ.

Новизна роботи полягає в тому, що було досліджено конкретну складову впливу чат-ботів на якість вищої освіти і застосовано конкретні рішення, які дозволять підвищити якість вищої освіти. Особливістю даної роботи є те, що в ній для двох різних методів системного аналізу було використано майже однакові базові дані. Результати виявилися вражаюче подібними, не дивлячись на різні способи їх отримання. Обидва методи показали майже однакові пріоритетні напрями для покращення якості вищої освіти. Такого результату вдалося досягти через експериментальне комбінування властивостей когнітивної і морфологічної моделей. Завдяки комплексному підходу визначення і оцінки параметрів результуючі моделі стали більш структурованими, репрезентативними, повноцінними, логічними, зрозумілими і адекватними.

Результати даного дослідження дозволять викладачам поставити пріоритети в тому, які методи взаємодії зі студентами будуть найбільш ефективними для покращення якості вищої освіти.

Ці моделі можна покращити шляхом уточнення початкових оцінок за допомогою великої кількості компетентних у даній області експертів, або за допомогою використання певних статистичних даних. У методі морфологічного аналізу можна додати нові контекстні параметри. У методі когнітивного моделювання можливо застосувати методи керування імпульсними процесами.

Список використаних джерел:

1. Abdullahi A. 10 Best AI Chatbots 2023. *eWEEK*. 2023. URL: <https://www.eweek.com/artificial-intelligence/best-ai-chatbots/#comparison-chart> (дата звернення: 10.11.2023).
2. ChatGPT. *Wikipedia, the free encyclopedia*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ChatGPT> (дата звернення: 15.11.2023).
3. Fengchun M., Wayne H. Guidance for generative AI in education and research. 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France : *UNESCO*, 2023. 44 с. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693> (дата звернення: 13.11.2023).
4. Hulick K. How ChatGPT and similar AI will disrupt education. *ScienceNews*. 2023. URL: <https://www.sciencenews.org/article/chatgpt-ai-artificial-intelligence-education-cheating-accuracy> (дата звернення: 11.10.2023).
5. Kamalov F, Santandreu Calonge D, Gurrub I. New Era of Artificial Intelligence in Education: Towards a Sustainable Multifaceted Revolution. *Sustainability*. 2023. Т. 15, № 16. С. 12451. URL: <https://doi.org/10.3390/su151612451> (дата звернення: 11.11.2023).
6. Морфологічний аналіз. Теорія, проблеми, застосування : навчальний посібник / Н.Д. Панкратова, І.О. Савченко ; М-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ", Ін-т прикладного системного аналізу. Київ : Наукова думка, 2015. – 244 с.
7. Методологічне і математичне забезпечення розв'язання задач передбачення на основі модифікованого методу морфологічного аналізу / І.О. Савченко // Систем. дослідж. та інформ. технології. 2011. № 3. С. 18-28. Бібліогр. : 14 назв. укр. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/50108> (дата звернення: 1.10.2023).
8. Pankratova, N., Haiko, Hennadii, Savchenko, Illia. Morphological model for underground crossings of water objects. *System research and information technologies*. 2021. 53-67. URL: https://www.researchgate.net/publication/358359378_Morphological_model_for_underground_crossings_of_water_objects (дата звернення: 2.10.2023).
9. Панкратова, Н. Д. Стратегія застосування методу морфологічного аналізу в процесі технологічного передбачення / Н. Д. Панкратова, І. О. Савченко // *Наукові вісті НТУУ «КПІ» : науково-технічний журнал*. 2009. № 2(64). С. 35-44. Бібліогр. : 16 назв.
10. Педагогіка вищої школи [Електронний ресурс] : підручник / В. П. Головенкін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2-ге вид., переробл. і доповн. Електронні текстові дані (1 файл: 3,6 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 290 с.
11. Анненкова І. П. Критерії і показники якості освіти у ВНЗ. *Наука і освіта*. 2011. URL: https://scienceandeducation.rpdu.edu.ua/doc/2011/8_2011/1.pdf (дата звернення: 01.11.2023).
12. Гапон Л. О. Показники ефективності освітньої діяльності педагога. *Методист ТКМЦНОІМ Гапон Л. О. Блог учителів української мови і літератури міста Тернополя*. 19 лютого 2020. URL: <https://gapon.te.ua/rubryka-metodysta/dorobok-metodysta/metodychni-rekomendatsii/item/1360-mekhanizm-pobudovy-u-zakladi-osvity-vnutrishnoyi-systemy-otsynuyannya-yakosti-osvity> (дата звернення: 21.10.2023).
13. Мілявський, Ю. Л. Ідентифікація та керування складними системами на основі моделей імпульсних процесів когнітивних карт : дис. ... д-ра техн. наук. : 01.05.04 Системний аналіз і теорія оптимальних рішень / Мілявський Юрій Леонідович. Київ, 2021. 297 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43829> (дата звернення: 5.10.2023).
14. Roberts F. *Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1976. 559 p.
15. Романенко В. Д. Когнітивне моделювання динаміки прийняття рішень для стабілізації нестійких режимів у соціально-навчальному процесі студента / В. Д. Романенко, Ю. Л. Мілявський // *Наукові вісті НТУУ «КПІ» : науко-*

во-технічний журнал. 2016. № 5(109). С. 48–53. Бібліогр.: 10 назв. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/18873> (дата звернення: 7.10.2023).

16. В. Б. Мокін, О. В. Бурдейна, К. О. Коваль, А. Р. Ящолт. Метод проектування когнітивної карти для оптимізації профорієнтаційної діяльності ЗВО. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2018. № 3. С. 89–99. URL: https://www.researchgate.net/publication/330089909_METHOD_PROEKTUVANNA_KOGNITIVNOI_KARTI_DLA_OPTIMIZACII_PROFORIENTACIINOI_DIALNOSTI_ZVO (дата звернення: 14.10.2023).

References:

1. Abdullahi, A. (2023, September 14). *10 Best AI Chatbots 2023*. eWEEK. Retrieved from <https://www.eweek.com/artificial-intelligence/best-ai-chatbots/#comparison-chart>.

2. Wikipedia contributors. (2023, December 2). *ChatGPT*. Wikipedia. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/ChatGPT>.

3. Fengchun M. & Wayne H. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>.

4. Hulick, K. (2023, May 10). *How ChatGPT and similar AI will disrupt education*. Science News. Retrieved from <https://www.sciencenews.org/article/chatgpt-ai-artificial-intelligence-education-cheating-accuracy>.

5. Kamalov, F., Calonge, D. S., & Gurrib, I. (2023). *New era of Artificial intelligence in Education: Towards a sustainable Multifaceted Revolution*. *Sustainability*, 15(16), 12451. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su151612451>

6. N.D. Pankratova & I.O. Savchenko. (2015). *Morfologichnyi analiz. Teoriia, problemy, zastosuvannia: navchalnyi posibnyk [Morphological analysis. Theory, problems, application: study guide]*. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].

7. I.O. Savchenko. (2011). Metodolohichne i matematyчне zabezpechennia rozv'iazannia zadach peredbachennia na osnovi modyfikovanoho metodu morfologichnoho analizu [Methodological and mathematical support for solving prediction problems based on a modified method of morphological analysis]. *Systemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnologii – System research and information technologies*, 3, 18–28. Retrieved from <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/50108> [in Ukrainian].

8. Pankratova, N. D., Haiko, H., & Savchenko, I. (2021). Morphological model for underground crossings of water objects. *Systemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnologii*, 4, 53–67. Retrieved from <https://doi.org/10.20535/srit.2308-8893.2021.4.04>.

9. N.D. Pankratova & I.O. Savchenko. (2009). Stratehiia zastosuvannia metodu morfologichnoho analizu v protsesi tekhnologichnoho peredbachennia [The strategy of applying the method of morphological analysis in the process of technological prediction]. *Naukovi visti NTUU «KPI»: naukovo-tekhnichnyi zhurnal – Scientific news of NTUU "KPI": scientific and technical journal*. 2(64). 35–44 [in Ukrainian].

10. V. P. Holovenkin. (2019). *Pedahohika vyshchoi shkoly [Pedagogy of high school]*. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho [in Ukrainian].

11. Annienkova I. P. (2011). Kryterii i pokaznyky yakosti osvity u VNZ [Criteria and indicators of the quality of education in universities]. *Nauka i osvita – Science and education*. Retrieved from https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2011/8_2011/1.pdf [in Ukrainian].

12. Hapon L. O. (2020, February 19). Pokaznyky efektyvnosti osvitnoi diialnosti pedahoha [Indicators of the effectiveness of the teacher's educational activity]. *gapon.te.ua*. Retrieved from <https://gapon.te.ua/rubryka-metodysta/dorobok-metodysta/metodychni-rekomendatsii/item/1360-mekhanizm-pobudovy-u-zakladi-osvity-vnutrishnoyi-systemy-otsinyuvannya-yakosti-osvity> [in Ukrainian].

13. Miliavskiy, Yu. L. (2021). Identyfikatsiia ta keruvannia skladnymy systemamy na osnovi modelei impulsnykh protsesiv kohnityvnykh kart [Identification and control of complex systems based on models of impulse processes of cognitive maps]. *Doctor's thesis*. Kyiv: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". Retrieved from <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43829> [in Ukrainian].

14. Nevison, C., & Roberts, F. S. (1977). Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems. *The American Mathematical Monthly*, 84(10), 834. <https://doi.org/10.2307/2322080>.

15. V. D. Romanenko & Yu. L. Miliavskiy. (2016). Kohnityvne modeliuвання dynamiky pryiniattia rishen dlia stabilizatsii nestiikykh rezhymiv u sotsialno-navchalnomu protsesi studenta [Cognitive modeling of decision-making dynamics to stabilize unstable regimes in the student's social-educational process]. *Naukovi visti NTUU «KPI»: naukovo-tekhnichnyi zhurnal – Scientific news of NTUU "KPI": scientific and technical journal*. 5(109). 48–53. Retrieved from <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/18873> [in Ukrainian].

16. V. B. Mokin, O. V. Burdeina, K. O. Koval & A. R. Yashcholt. (2018). Metod proektuvannia kohnityvnoi karty dlia optymizatsii proforientsiinoi diialnosti ZVO [The method of designing a cognitive map to optimize career guidance activities of higher education institutions]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu – Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute*. 3. 89–99. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/330089909_METHOD_PROEKTUVANNA_KOGNITIVNOI_KARTI_DLA_OPTIMIZACII_PROFORIENTACIINOI_DIALNOSTI_ZVO [in Ukrainian].