

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.

Ефективна економіка. 2025. № 5.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.5.98>

УДК 339.138

Р. В. Базака,

к. н. із соц. ком., доцент кафедри менеджменту, маркетингу та інформаційних технологій, Херсонський державний аграрно-економічний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3000-6166>

К. О. Харченко,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Херсонський державний аграрно-економічний університет*

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-6464-5384>

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СТОМАТОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ: МОЖЛИВОСТІ ВІРТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ПОВЕДІНКОВІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ З ПАЦІЄНТАМИ

R. Bazaka,

PhD in Social Communications,

Associate Professor of the Department of Management, Marketing and Information Technology, Kherson State Agrarian and Economic University

K. Kharchenko,

*Graduate of the First (Bachelor) Level of Higher Education,
Kherson State Agrarian and Economic University*

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DENTAL PRACTICE: OPPORTUNITIES OF VIRTUAL INFORMATION SYSTEMS AND BEHAVIORAL ASPECTS OF PATIENT INTERACTION

У статті розглядається використання штучного інтелекту (ШІ) у сучасній стоматології, зокрема впровадження чат-ботів як інструменту для покращення діагностики, лікування та обслуговування пацієнтів. Визначено основні переваги застосування ШІ у стоматологічній практиці, зокрема вдосконалення процесу діагностики на ранніх стадіях, персоналізацію лікування, оптимізацію робочих процесів та зниження стресу у пацієнтів завдяки цифровим інструментам, таким як чат-боти. Здійснено аналіз можливостей чат-ботів, які можуть надавати попередні рекомендації, проводити первинну оцінку симптомів, записувати на консультації до лікаря, а також збирати дані про здоров'я пацієнтів для подальшого аналізу. Окрему увагу приділено проблемам, пов'язаним з конфіденційністю даних, юридичними та етичними аспектами, а також високими витратами на впровадження таких технологій у малих стоматологічних клініках. Визначено перспективи розвитку цих технологій у майбутньому, зокрема можливість інтеграції ШІ та чат-ботів у медичні системи для покращення якості обслуговування.

The article explores the impact of technological innovations on the development of dentistry, particularly the role of artificial intelligence (AI) in improving the quality of patient care. Special attention is given to the application of chatbots in dental practice, which not only automates the initial assessment of symptoms but also optimizes the processes of diagnosis, treatment, and patient service. It is determined that the integration of AI in dentistry significantly enhances the effectiveness of treatment by enabling early detection of dental problems. This allows for timely treatment and reduces the likelihood of complications. Additionally, AI helps automate the work processes of doctors and administrative staff, decreasing the workload on medical personnel and thus improving clinic efficiency.

Particular attention is paid to the potential of chatbots to reduce patient stress by providing preliminary information about upcoming procedures. With these technologies, patients can receive consultations 24/7, significantly improving access to dental care. Furthermore, chatbots help lower anxiety levels in patients, which is crucial for those who fear dental procedures. It has been found that chatbots can

handle pre-scheduling appointments, provide psychological support, and perform informational and advisory functions. They analyze the behavioral data of patients, considering their lifestyle, dietary habits, stress levels, and other factors that may affect oral health. This enables the creation of personalized recommendations, forming the basis for more effective prevention of dental diseases.

The article also examines the prospects of such technologies in dentistry, particularly the possibilities of using machine learning for symptom prediction and classification. Machine learning allows for the automation of diagnostic processes and provides doctors with more accurate information for decision-making. The role of integrating chatbots with CRM systems in dental clinics is studied, which enables efficient management of patient appointments, tracking treatment progress, and improving patient satisfaction.

The article also discusses the limitations and challenges of implementing these innovations. Issues of patient data privacy and the legal aspects related to the use of AI in medical practice require careful regulation. Important considerations include accountability for incorrect recommendations provided by chatbots and the ethical aspects related to using technologies for medical decision-making. Additionally, the high costs of implementing such technologies in small dental clinics, where there are limited opportunities for investing in modern technologies, are addressed.

The article concludes that the future of dentistry is closely linked to integrating AI and chatbots into medical practice. This will not only improve the quality of patient service but also provide more effective prevention and treatment. Further research in this direction is needed to address existing issues and ensure the maximum efficiency of applying cutting-edge technologies in dentistry. Considering all of this, it can be stated that the future of dental practice will be closely tied to the use of technologies that enable personalized approaches to treatment and diagnosis, making medical services more accessible and technologically advanced.

Ключові слова: штучний інтелект, чат-бот, клієнтоорієнтованість, стоматологічні інформаційні системи, послуга, профілактика, діагностика.

Keywords: *artificial intelligence, chatbot, customer orientation, dental information systems, service, prevention, diagnostics.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. У часи еволюції та бурхливого розвитку технологій, зокрема інформаційних, сучасна медицина отримує нові ідеї, методи обслуговування, діагностики та лікування, перед медичною сферою постають новітні виклики та перспективи. Сучасна стоматологія – це не тільки високоякісне лікування, а й комфортний сервіс з сучасними підходами. Ця галузь повинна розвиватися всебічно і швидко. Тому представники цієї галузі активно впроваджують у свою сферу інноваційні технології, які покращують діагностику, лікування та обслуговування пацієнтів. Впровадження штучного інтелекту стає перспективним рішенням в даній сфері. Використання штучного інтелекту у стоматології має низку значних переваг, таких як: вдосконалення діагностики – алгоритми ШІ допомагають визначати стоматологічні проблеми на ранніх стадіях, що сприяє ефективнішому лікуванню; оптимізація робочого процесу – автоматизовані системи зменшують адміністративне навантаження на лікарів і персонал; персоналізація лікування – ШІ аналізує дані пацієнтів і пропонує індивідуальні рекомендації для догляду за ротовою порожниною; зменшення стресу у пацієнтів – чат-боти та інші цифрові інструменти допомагають заздалегідь інформувати пацієнтів про процедури, що знижує їхній рівень тривожності; доступність 24/7 – автоматизовані чат-боти надають консультації у будь-який час, покращуючи доступ до стоматологічної допомоги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з останніми дослідженнями та публікаціями світових вчених, технології штучного інтелекту (ШІ), зокрема чат-боти та великі мовні моделі (LLM), відіграють дедалі важливішу роль у розвитку стоматології, зокрема в покращенні якості обслуговування пацієнтів, оптимізації робочих процесів та вдосконаленні навчання. Зокрема, у статті А. Баррос «Штучний інтелект, чат-боти та великі мовні моделі в стоматологічній освіті» досліджено потенційні переваги та

виклики інтеграції LLM у навчальний процес стоматологів, підкреслюючи необхідність чітких рекомендацій щодо їх впровадження [6]; у колективній роботі докторів стоматологічної медицини Е. Маруська, В.Мадайо, К. Разоки та інших «Порівняння відповідей стоматологів та чат-ботів на стоматологічні запитання для пацієнтів» аналізується ефективність використання чат-ботів LLM стоматологами для покращення комунікації з пацієнтами, зазначаючи їхню ефективність, емпатійність та якість обслуговування [7]. Серед українських вчених питаннями розробки спеціальних прикладних рішень для автоматизації діяльності стоматологічних клінік засобами сучасних інформаційних технологій займалися О. Ковальчук, В. Періг, О. Єрьомін та інші [4].

Не вирішені раніше питання, що є частиною загальної проблеми. Аналіз наукових публікацій доводить необхідність подальших досліджень та розробки чітких рекомендацій щодо впровадження технологій ШІ у стоматологічну практику, зокрема у сфері чат-ботів та великих мовних моделей.

Мета статті: дослідження актуальних проблем у медицині та новітніх методів покращення якості обслуговування в стоматології, пов'язаних із перспективами впровадження та використання штучного інтелекту в цій сфері; а також створення моделі вдосконалення стоматологічного обслуговування та спрощення фахової діяльності зубних лікарів, шляхом впровадження функціоналу та можливостей чат-ботів у стоматологічну практику.

Виклад основного матеріалу. Одним із найперспективніших напрямків цифровізації стоматології є використання чат-ботів для попереднього консультування пацієнтів. Завдяки таким технологіям взаємодія між лікарем і пацієнтом стає значно ефективнішою, оскільки вона допомагає якісно оцінити стан здоров'я на початковому етапі та покращує сервіс таких стоматологічних лікарень чи кабінетів. А також може прогнозувати ризики захворювання пацієнтів на основі способу життя та звичок. Прикладом може бути те, як шкідливі звички, оцінка харчування та рівень стресу шкодять здоров'ю ротової порожнини і як саме шкодить зубам. Тобто використання чат-ботів у

стоматології – це майбутня тенденція, яка покращує комунікацію з пацієнтами, спрощує запис на консультацію та підвищує ефективність обслуговування.

Чат-боти з ШІ виконують важливі функції. Вони проводять первинну оцінку симптомів, попереднє визначають рівень терміновості в лікуванні, також проводять інформаційну та психологічну підтримку пацієнтів, і автоматично здійснюють запис консультації на вільне та зручне клієнту місце. Тобто пацієнти можуть описати свої проблеми, а бот аналізує симптоми та надає попередні рекомендації. Під час роботи боту визначається чи потрібно термінове звернення до стоматолога або проблему можна вирішити планово, отримати відповіді на часті запитання щодо процедур, догляду за ротовою порожниною, післяопераційного відновлення тощо. А також по бажанню клієнта після консультації віртуального стоматолога відбувається процес реєстрації на консультацію спеціаліста. Такий інноваційний підхід знижує рівень тривожності перед візитом до стоматолога через роз'яснення майбутніх процедур.

Додаткова вагома функція чат-бота може бути – дослідження індивідуальних здорових та шкідливих звичок. Одним із ключових напрямків є аналіз поведінки пацієнта, що дає змогу прогнозувати ризики на основі його способу життя. Такі фактори, як харчування, фізична активність, режим сну, а також гідратація, шкідливі звички, психоемоційний стан, генетична хворобливість, медична історія і дотримання медичних рекомендацій мають суттєвий вплив на здоров'я ротової порожнини людини, а ШІ дозволяють обробляти великі масиви даних і зберігати закономірності, які можуть залишитися непомітними для лікарів. Така функція відкриває нові можливості профілактики захворювань.

Як працює чат-бот зі ШІ в стоматології. У модерний час інформаційних технологій обробка природної мови (Natural Language Processing, NLP) є ключовим напрямком розвитку штучного інтелекту. Вона дозволяє комп'ютерам аналізувати, розуміти та генерувати людську мову, що є основою багатьох сучасних сервісів – від чат-ботів і голосових помічників до автоматичних перекладачів і пошукових систем. Обробка природної мови – це

міждисциплінарна галузь, що поєднує лінгвістику, машинне навчання та штучний інтелект. Основна мета NLP – навчити комп'ютери правильно розпізнавати, інтерпретувати та генерувати людську мову. «Простіше кажучи NLP досліджує тексти, створені людиною, і перетворює їх у дані зрозумілі для комп'ютера, або навпаки» [1].

Наступним кроком до поставленої цілі є освоєння алгоритмів машинного навчання для аналізу симптомів. Машинне навчання (ML) відіграє ключову роль у сучасній медицині, забезпечуючи швидкий і точний аналіз симптомів пацієнтів. Як зазначає Кононова К.Ю.: «Методи машинного навчання використовуються для вирішення таких основних завдань: прогнозування, класифікація та кластеризація, побудова асоціативних правил» [2, с. 8]. Алгоритми ML дозволяють автоматизувати попередню діагностику, покращувати ефективність медичних рішень і знижувати навантаження на лікарів. Традиційно аналіз симптомів проводиться лікарями на основі анамнезу пацієнта, клінічного досвіду та додаткових досліджень. Однак машинне навчання може значно прискорити та покращити цей процес, використовуючи великі обсяги даних та алгоритмічні моделі.

Одним із ключових напрямків є розробка та впровадження баз даних стоматологічних захворювань, які містять докладну інформацію про симптоми, методи діагностики та алгоритми лікування. Ці бази використовуються як у навчальних, так і в практичних цілях, допомагаючи стоматологам ухвалювати рішення та автоматизувати роботу з пацієнтами. Дані бази можуть інтегруватися у стоматологічні інформаційні системи (Dental Management Systems) та штучний інтелект (ШІ) для автоматичного аналізу симптомів і вибору оптимальної стратегії лікування. Попри виклики, такі технології мають великий потенціал для розвитку, особливо з інтеграцією штучного інтелекту, хмарних платформ і безпечних систем збереження медичних даних.

Ще один головний інструмент для роботи чат-бота в стоматології, що допомагає автоматизувати ці процеси, є CRM-системи (Customer Relationship Management – система управління відносинами з клієнтами). Інтеграція CRM у стоматологічну практику дозволяє ефективно вести базу пацієнтів,

автоматизувати запис до лікаря, контролювати лікувальні процеси та покращувати комунікацію між лікарями й пацієнтами. Попри певні виклики, майбутнє CRM у стоматології виглядає перспективним завдяки розвитку штучного інтелекту, телемедицини та нових стандартів захисту даних. Впровадження таких технологій сприятиме не лише зростанню якості стоматологічного обслуговування, а й зміцненню довіри пацієнтів до медичних закладів. «Таким чином, CRM в загальному розумінні є концепцією управління проактивними відносинами з клієнтами з метою оптимізації доходів, підвищення прибутковості і задоволеності клієнтів» [3].

Після переліку переваг багатофункціонального чат-бота, можна зробити підсумок, що технології продовжують розвиватися, і в найближчі роки стануть ще більш ефективними завдяки глибшій інтеграції з системами штучного інтелекту та машинного навчання. Тобто ця галузь представляє нові послуги для клієнта. Пацієнти зможуть отримати попередні рекомендації від чат-бота який передаватиме їх лікарю для швидшого ухвалення рішень, а також при роботі боту відбувається швидкий скринінг стоматологічних проблем, аналіз фото ротової порожнини. Інакше кажучи, пацієнти зможуть завантажувати знімки своїх зубів, а чат-бот на основі нейромереж аналізуватиме їх та пропонуватиме можливі діагнози. А голосові чат-боти можуть розпізнавати скарги пацієнта, визначаючи характер болю, набряку або інших симптомів.

Якщо розглядати перспективу в автоматизації запису та нагадувань, то бот не лише надсилатиме стандартні нагадування про консультацію, а й даватиме персоналізовані поради (наприклад, якщо у пацієнта планується видалення зуба, бот розповість, як до цього підготуватися). Пацієнти зможуть спілкуватися з ботом без введення тексту – особливо корисно для літніх людей або людей із порушеннями зору. Голосові помічники, такі як Alexa чи Google Assistant, можуть бути інтегровані у стоматологічні CRM.

Спеціальні анімовані або голосові помічники можуть навчати дітей правильному догляду за зубами у формі гри. Вони можуть нагадувати про чищення зубів, розповідати цікаві історії про гігієну ротової порожнини. Чат-

бот може пояснювати дітям у простій ігровій формі, що відбуватиметься на відвідинах стоматолога.

Однак, попри очевидні переваги, застосування чат-ботів у стоматології має низку викликів та обмежень. Інформаційні технології, що застосовуються для профілактики, діагностики, лікування та управління системою охорони здоров'я, є ключовим напрямом стандартизації у цій сфері. Вони потребують уніфікації службових документів, узгодження основних термінів і понять, а також створення єдиного підходу до організації лікувального процесу [4].

На початковому рівні розвитку даної галузі можуть бути обмеження засобів у визначенні діагнозу. Так, як чат-бот не може фізично оглянути пацієнта або провести діагностичні дослідження (рентген, КТ, аналізи), то можуть бути надані некоректні рекомендації у випадках складних або нетипових симптомів. Попри розвиток технологій, пацієнти не завжди готові довіряти свої стоматологічні проблеми штучному інтелекту. Багато людей сумніваються в точності рекомендацій чат-бота та бояться отримати помилкову інформацію, тому це може знижувати популярність сервісу. Деякі пацієнти все ще віддають перевагу спілкуванню з реальним лікарем. Але рішенням цього виклику може бути поєднання чат-бота з консультаціями лікаря (наприклад, бот попередньо збирає інформацію, а лікар переглядає та уточнює її перед відповіддю пацієнту). Та вагомими обмеженнями можуть бути юридичні та етичні питання. Чат-боти обробляють персональні дані пацієнтів, що створює ризики для конфіденційності. Через те важливо забезпечити відповідність до GDPR (Європа), HIPAA (США) та інших стандартів захисту медичних даних. Тому виникає питання відповідальності: хто нестиме відповідальність за некоректні рекомендації – клініка, розробник чат-бота чи сам пацієнт? І етичний аспект: чи може пацієнт приймати медичні рішення, ґрунтуючись лише на рекомендаціях бота?

Обмеження для самих власників стоматологічних лікарень чи кабінетів може полягати в високій вартості впровадження. Розробка якісного чат-бота з NLP, інтеграцією з CRM та підтримкою голосових запитів потребує значних фінансових вкладень. Маленькі стоматологічні клініки не завжди можуть

дозволити собі такі технології. Можливе розв'язання поставленого питання може бути використання хмарних рішень (SaaS) та спрощених ботів для малих стоматологічних клінік.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок у даному напрямі. Сучасні інновації пропонують більш ефективні, комфортні та мінімальноінвазивні рішення для пацієнтів. Впровадження досягнення науково-технічного прогресу в стоматології не тільки розширюють можливості лікування, але і покращують якість життя пацієнтів. Від передових технологій, що забезпечують точність та ефективність, до нових методів зменшення болю та тривожності, сучасна стоматологія продовжує розвиватися, забезпечуючи кращий догляд за зубами та яснами. Однак, попри значний потенціал, існують ключові виклики, які потребують подальшого вирішення. Але попри виклики, майбутнє за технологіями, які поєднуюватимуть можливості ШІ з експертними знаннями лікарів. Віртуальні стоматологи можуть стати ефективними помічниками у первинній діагностиці, персоналізованих рекомендаціях та моніторингу стану пацієнтів, роблячи стоматологічні послуги більш доступними та технологічно розвиненими.

Література

1. Ємельянова О.В., Куксенко О.О. Обробка природної мови в аспекті розвитку сучасних технологій // *Philological sciences and translation studies: European potential : International scientific conference, Riga, the Republic of Latvia, November 3-4, 2022. Riga : «Baltija Publishing», 2022. P. 248-251. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-261-6-62>*
2. Кононова К.Ю. Машинне навчання: методи та моделі: підручник для бакалаврів, магістрів та докторів філософії спеціальності 051 «Економіка» / К. Ю. Кононова. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 301 с.
3. Юрчук Н.П., CRM-системи: особливості функціонування та аналіз українського ринку. Науковий вісник Ужгородського національного університету: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2019. Вип. 23, частина 2. С. 141-147.

4. Ковальчук О.Я., Періг В.М., Єршомін О.В. Розробка спеціальних прикладних рішень для автоматизації діяльності стоматологічної клініки засобами сучасних інформаційних технологій. Електронний журнал «Ефективна економіка». 2014. № 3. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2858> (дата звернення: 05.05.2024).

5. Галайчук В. Впровадження чат-ботів зі штучним інтелектом у сучасному світі. Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (27-28 квітня 2023 р.) / Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 126-127.

6. Barros A. Chatbots may valuably answer questions about dental prostheses. *DrBicuspid*. URL: https://www.drbuspid.com/dental-practice/office-management/practice-trends/article/15743446/ai-chatbots-may-valuably-answer-dental-prostheses-questions?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.05.2025).

7. Maruska Erin E, Elgreatly A. Madaio W., Razoky K., Bay C., Mahrous A. Comparing dentist and chatbot answers to dental questions for quality and empathy. *JADA Foundational Science*, Volume 4, 100044. 2025. URL: https://jadafs.ada.org/article/S2772-414X%2825%2900001-5/fulltext?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 05.05.2025).

References

1. Yemelianova, O.V. Kuksenko, O.O. (2022), “Natural Language Processing in the Context of Modern Technological Development”, *Philological sciences and translation studies: European potential : International scientific conference*, Riga, the Republic of Latvia, November 3-4, pp. 248-251. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-261-6-62>

2. Kononova, K. (2020), *Mashynne navchannia: metody ta modeli [Machine Learning: Methods and Models]*, KhNU imeni V. N. Karazina, Kharkiv, Ukraine.

3. Yurchuk, N.P. (2019), “CRM Systems: Functioning Features and Analysis of the Ukrainian Market”, *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho*

universytetu: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo, vol. 23, vol. 2, pp. 141-147.

4. Kovalchuk, O.Ia. Perih, V.M. and Yeromin, O.V. (2014), “Development of Specialized Application Solutions for the Automation of Dental Clinic Operations Using Modern Information Technologies”, Elektronnyi zhurnal «Efektyvna ekonomika», vol. 3, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2858> (accessed 05 May 2025).

5. Halaichuk, V. (2023), “Implementation of AI-Powered Chatbots in the Modern World”, Materialy VI Mizhnarodnoi studentskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Pryrodnychi ta humanitarni nauky. Aktualni pytannia» [Materials of the VI International Student Scientific and Technical Conference "Natural Sciences and Humanities. Current Issues"], Ternopilskyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet im. I.Puliuia, Ternopil', Ukraine, pp. 126-127.

6. Barros, A. (2025), “Chatbots may valuably answer questions about dental prostheses”, DrBicuspid, available at: https://www.drbicuspid.com/dental-practice/office-management/practice-trends/article/15743446/ai-chatbots-may-valuably-answer-dental-prostheses-questions?utm_source=chatgpt.com (accessed 05 May 2025).

7. Maruska, Erin E. Elgreatly, A. Madaio, W. Razoky, K. Bay, C. and Mahrous, A. (2025), “Comparing dentist and chatbot answers to dental questions for quality and empathy”, JADA Foundational Science, vol. 4, 100044, available at: https://jadafs.ada.org/article/S2772-414X%2825%2900001-5/fulltext?utm_source=chatgpt.com (accessed 05 May 2025).

Стаття надійшла до редакції 07.05.2025 р.