

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2024-286-6-92-103>

УДК 004.896:339.138

ЕВОЛЮЦІЯ НЕЙРОМЕРЕЖ ТА ЇХНЯ РОЛЬ У МАРКЕТИНГУ

Погорелова К.А.

EVOLUTION OF NEURAL NETWORKS AND THEIR ROLE IN MARKETING

Pohorelova K.A.

Досліджено еволюцію нейромереж та їхню роль у сучасному маркетингу. Розглянуто історичний розвиток нейромереж — від перших теоретичних моделей

У. Маккалока та В. Піттса до сучасних мультимодальних систем. Стисло висвітлено розвиток теоретичних засад побудови нейромереж. Показано, як нейромережі трансформували маркетингові підходи: від аналізу транзакційних даних у 1990-х на ранніх етапах розвитку нейромереж, впровадження персоналізованих рекомендаційних систем та автоматизованих платформ управління контентом (2000–2010) до мультимодальних нейромереж сучасності, які у перспективі дозволять перейти до повної персоналізації та автономних маркетингових систем. Окрему увагу приділено сучасним генеративним моделям, які створюють рекламні тексти, зображення та відеоконтент, а також системам передбачувального маркетингу, що прогнозують поведінку клієнтів у реальному часі. Розкрито вплив нейромереж на персоналізацію комунікацій, автоматизацію маркетингових процесів та прийняття рішень. Проаналізовано впровадження таких систем на прикладі світових брендів, а також стисло описано сучасні розробки у галузі штучного інтелекту. Показано, що нейромережі стають не лише інструментом, а й автономним агентом маркетингових процесів, відкриваючи еру випереджувального, персоналізованого маркетингу. Показано, що нейромережі у маркетингу еволюціонують від допоміжного інструменту до статусу автономного агента маркетингових процесів. Визначено ключові виклики сучасного маркетингу, пов'язані з використанням нейромереж: конфіденційність даних, етичність алгоритмів, баланс між автоматизацією та людською креативністю. Висвітлено, що використання нейромереж у маркетингу починалося для виконання окремих завдань, але має тенденцію еволюціонувати до

комплексної взаємодії з споживачем, яка буде дозволяти персоналізувати маркетинг та передбачати його поведінкові реакції. Обґрунтовано, що подальший розвиток нейромережових технологій веде до формування нової парадигми маркетингу, у якій штучний інтелект не просто аналізує дані та автоматизує процеси, а стає повноправним учасником маркетингової діяльності, здатним самостійно приймати рішення та адаптуватися до змін ринкового середовища.

Ключові слова: нейромережі, еволюція, алгоритмічні моделі, генеративні моделі, поведінкові моделі, купівельні рішення, персоналізований маркетинг, передбачувальний маркетинг, автономні маркетингові системи

Вступ. Нейромережі — це математичні моделі, побудовані за принципом біологічних нейронних мереж. Нейромережі здатні навчатися та приймати рішення на основі даних. У маркетингу вони перетворилися з абстрактної концепції на ключовий інструмент, що визначає персоналізацію, прогнозування та автоматизацію.

Зростання цифрових технологій останніх десятиліть зробило маркетинг і штучний інтелект (ШІ) нероздільними: від рекомендацій Netflix до таргетованої реклами Meta. Якщо раніше маркетологи керувалися інтуїцією, то сьогодні вони опираються на алгоритми, які аналізують мільярди точок даних за лічені секунди. Розвиток трансформерів, зокрема моделей GPT-4 та BERT, дозволяє брендам автоматизувати контент-маркетинг, вести персоналізовані комунікації та навіть створювати віртуальних інфлюенсерів.

Об'єктивні умови функціонування організацій в Україні та світі характеризуються, у тому числі, значним зростанням турбулентності, зростанням швидкості змін та намаганням підприємств використовувати сучасні інформаційні технології. Розвиток нейромереж досяг того рівня, коли вони як завершені та самостійні інструменти можуть бути використані в управлінні підприємствами в цілому та в окремих сферах такого управління, у тому числі у маркетингу.

Актуальність дослідження нейромереж та їхньої ролі у маркетингу зумовлена доцільністю розширення використовуваного інструментарію в управлінні підприємствами, у тому числі у маркетингу як основі взаємодії підприємства із суб'єктами зовнішнього середовища. Конкретне наукове завдання у такому разі полягає у представленні цілісної еволюції нейромереж як корисного поліфункціонального інструменту в управлінні підприємствами.

Мета статті полягає у простеженні еволюції нейромереж від перших алгоритмічних моделей 1950-х років до сучасних генеративних систем, таких як GPT-4, а також аналізі їхнього впливу на маркетинг у вигляді розроблення окремих інструментів маркетингу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ідея нейронних мереж вперше була озвучена в 1943 році в роботі [1]. У Маккалок та В. Піттс запропонували математичну модель нейрона, яка імітувала роботу мозку за допомогою логічних операцій. Ідея, що поведінку можна моделювати, обчислювати й прогнозувати, започаткувала шлях до створення систем, здатних аналізувати дані про споживачів та адаптувати маркетингові стратегії. У роботі [2] представлено інтерв'ю з провідними дослідниками, які стояли біля витоків технології штучних мереж у 1940–1990 роках, і розкрито еволюцію нейромереж від перших моделей до практичного застосування. В цей період маркетологи починають усвідомлювати потенціал нейромереж для аналізу поведінкових даних. Поява персональних комп'ютерів, перших інтернет-магазинів і зростання обсягів споживчої інформації закладають основу для інструментів прогнозування та персоналізації, які пізніше почнуть працювати на базі нейронних мереж.

Протягом 2000-х нейромережі ще залишалися переважно інструментом наукових розробок, проте їхній потенціал для маркетингу переконливо розкрито у роботі М. Ліндстрема 2008 р. [3].

М. Ліндстром поєднав маркетингові дослідження з нейронаукою, щоб вивчити, як мозок споживача реагує на рекламу, бренди та упаковку. Автор довів, що ухвалення купівельних рішень значною мірою відбувається на підсвідомому рівні, що стало поштовхом до розвитку нейромаркетингу як окремого напрямку [3]. У цей же період дослідження використання нейромереж починається й в українській науці. Так, І. Литовченко та В. Пилипчук висвітлювали розвиток онлайн-комунікацій, який створив підґрунтя для впровадження систем персоналізації, пов'язаних із нейромережами [4]. Паралельно О. Кононик та Н. Кононик у [5] акцентували увагу на потенціалі нейромереж для обробки великих обсягів інформації та прогнозування.

Більшість досліджень з питань нейромереж належить зарубіжним авторам. Наприклад, етап розвитку, пов'язаний із вибуховим зростанням Big Data та глибокого навчання, розкрито у дослідженні [6], яке стало основою для вивчення глибокого навчання. Саме у [6] описано алгоритми, які зараз покладено в основу систем персоналізованого маркетингу, чат-ботів і генеративних моделей. Наступним кроком можна вважати роботу [7], у якій представлено методи інтеграції нейронних мереж із структурними рівняннями для маркетингових досліджень. Важливість такого дослідження [7] полягає у пристосуванні універсального інструменту нейронних мереж до сфери маркетингових досліджень. Більш докладно питання, як нейромережі та алгоритми персоналізації інтегруються у практику цифрового маркетингу, розглянуто у роботі С. Кінгснорта [8]. Перехід до концепції автоматизованого маркетингу відображено у роботі Ф. Котлера, Х. Картаджая та І. Сетіявана [9]. Зокрема, у цій роботі розглянуто роль GPT-моделей, автоматизації та нейромереж у формуванні сучасних маркетингових комунікацій [9]. У роботі М. Ланхема [10] висвітлюються інновації, пов'язані з поєднанням генетичних алгоритмів та глибинного навчання, що сприяє розвитку адаптивних маркетингових систем [10].

Вітчизняні дослідження з питань нейромереж у маркетингу є значно менш численними. Певним винятком є робота І. Лядського [11], у якій окреслено прикладні питання автоматизації маркетингових процесів за допомогою голосових помічників і ШІ та тенденції зміни пошукових сервісів.

Водночас, незважаючи на достатню кількість публікацій з проблематики використання нейромереж в цілому, питання еволюції нейромереж саме в контексті маркетингу не є достатньо розкритим, тому що проведений аналіз таких публікацій показує фокус їхньої уваги переважно на теоретичних або прикладних питаннях функціонування самих нейромереж безвідносно їхнього зв'язку з функціональними сферами управління підприємством. Ув'язування нейромереж з такими функціональними сферами, у тому числі маркетингом, є першим кроком до побудови практичного рівня їхнього використання в управлінні підприємством. Тому на підставі викладених теоретичних та загальних засад функціонування та використання нейромереж представляється доцільним порушити питання їхнього прикладного використання у функціональному розрізі.

Виклад основного матеріалу.

У сучасних умовах глобальної цифровізації маркетингових процесів нейромережі стали невіддільною частиною ефективних комунікацій між брендами та споживачами. Від перших спроб математичного моделювання роботи мозку до генеративних систем штучного інтелекту, які створюють унікальний контент та персоналізують рекламні кампанії в реальному часі, нейромережі пройшли шлях, що істотно трансформував підходи до ведення бізнесу.

Історія цієї еволюції демонструє, як технології поступово виходили за межі лабораторних експериментів, щоб стати інструментом, що формує сучасний маркетинг. Починаючи від закладення теоретичних основ використання нейромереж У. Маккалоком та В. Піттсом у 1943 році, перші реальні застосування штучних нейронних мереж у комерційному маркетингу з'явилися лише у 1990-х роках. Подальші прориви стали можливими завдяки розвитку машинного навчання у 2000-х, появі глибокого навчання після 2010 року та вибуховому зростанню обсягів даних, які сприяли створенню персоналізованих рекламних систем.

Особливе значення для маркетингу мають останні роки — GPT-моделі, генеративний штучний інтелект, мультимодальні нейромережі та автономні маркетингові системи визначають нинішній етап розвитку, поступово наближаючи галузь до повної персоналізації та автоматизації.

Рисунок відображає ключові етапи еволюції нейромереж у маркетингу — від зародження ідеї

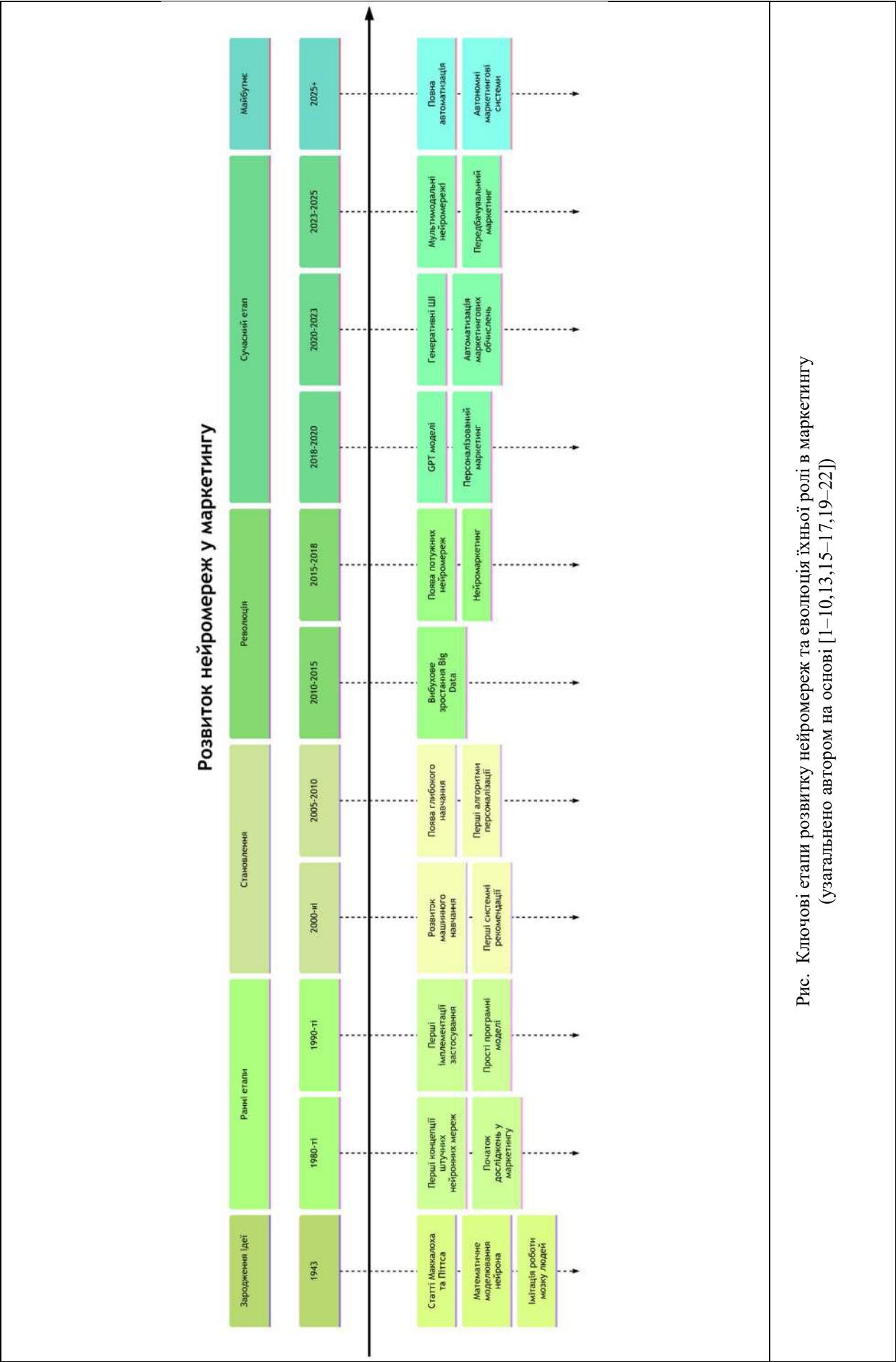
до перспектив майбутнього. Вона дозволяє простежити, як наукові відкриття та технологічні інновації перетворили маркетинг на високоточну науку, у якій рішення ґрунтуються на аналізі великих даних, а комунікація зі споживачем стала персоналізованою як ніколи раніше.

Розглянемо кожен етап більш детально. Розвиток нейромереж у маркетингу бере початок із фундаментальних досліджень у нейрофізіології та математичного моделювання, що започаткували нову еру у вивченні інформаційних процесів у мозку. Цей етап охоплює період від 1943 року і тривав до кінця 1950-х, формуючи суто теоретичний фундамент для майбутніх практичних застосувань у різних галузях, у тому числі маркетингу.

У. Маккалок та В. Піттс запропонували першу математичну модель нейрона, яка імітувала принцип роботи людського мозку. Модель передбачала, що нейрони можна розглядати як елементарні обчислювальні одиниці, які отримують сигнали, обробляють їх через логічні операції («так» або «ні»), а потім передають результат далі. Основною ідеєю було показати, що навіть прості логічні елементи можуть імітувати складну діяльність мозку. Це стало революційним відкриттям, оскільки вперше поведінку біологічних систем було перекладено на мову математики й логіки [1]. Підхід У. Маккалока та В. Піттса заклав підґрунтя для створення першої концепції нейромереж. Вчені стверджували, що, об'єднавши велику кількість таких «штучних нейронів», можна змодельовати роботу мозку.

Протягом 1940–1950 років дослідження мали суто теоретичний характер і були далекі від практичного застосування в бізнесі, але вони заклали основи для розвитку технологій, які у XXI столітті радикально змінили маркетинг. Ідея про те, що людську поведінку можна змодельовати і спрогнозувати на основі вхідних стимулів, стала важливим концептуальним підґрунтям для створення персоналізованого маркетингу, поведінкового таргетингу та алгоритмічних моделей ухвалення рішень.

Після перших теоретичних напрацювань 40-х років XX століття подальший розвиток нейромереж був доволі повільним. Відсутність обчислювальних потужностей, обмеженість даних та скептицизм наукової спільноти призвели до так званої «зими штучного інтелекту» у 1970-х роках.



Реальні практичні спроби використання нейронних мереж, зокрема у маркетингу, стали можливими лише наприкінці 80-х – напочатку 90-х років XX століття. Це був період, коли обчислювальні потужності комп'ютерів досягли рівня, який дозволяв реалізовувати відносно прості нейромережеві обчислення.

Важливою віхою широкого використання нейромереж стало розроблення алгоритму зворотного поширення помилки (back propagation), яке здійснили Д. Румельгарт, Д. Хінтон і Р. Вільямс у 1986 році у відомій статті «Learning Representations by Back-propagating Errors» [12]. Саме цей метод дав змогу навчати багатоваршівні нейронні мережі, що відкрило шлях до їхнього практичного застосування, у тому числі у бізнесі та маркетингу.

Одними з піонерів, які почали застосовувати активно нейромережі для аналізу споживчої поведінки у практиці бізнесу, стали фахівці з поведінкових фінансів та маркетингових прогнозів. у дослідженні [13] було зазначено, що нейромережі мають особливий потенціал у завданнях прогнозування, що дуже важливо для маркетингу. Р. Ліппман окреслив, як саме ці моделі можуть навчатися на історичних даних, адаптуючись до закономірностей у поведінці споживачів [13].

На початку 1990-х нейромережі поступово почали виходити за межі лабораторних досліджень і привертати увагу великих компаній, насамперед у фінансовому секторі, страхуванні та ритейлі. Саме в цей час перші спроби використання нейромереж продемонстрували, що інтелектуальні алгоритми здатні працювати з реальними масивами даних. Наприклад, у цей період компанія American Express почала тестувати нейромережі для оцінювання кредитоспроможності своїх клієнтів, тоді як виробники товарів повсякденного вжитку та ритейлери намагалися використовувати подібні підходи для прогнозування продажів і управління товарними запасами.

Знаковим прикладом застосування нейромереж у практиці бізнесу стала система прогнозування попиту, яку наприкінці 1990-х запустила компанія Procter & Gamble. Використовуючи нейромережеві алгоритми, ця система аналізувала великі обсяги різномірної

інформації — від історії продажів і маркетингових кампаній до погодних умов і змін у поведінці споживачів. У результаті точність прогнозів суттєво зросла, що дозволило оптимізувати виробничі процеси та знизити витрати на логістику [2].

Паралельно у другій половині 1990-х відбувався ще один важливий процес, який згодом мав істотний вплив на використання нейромереж у маркетингу: зародження перших алгоритмічних систем персоналізації контенту. Саме тоді компанії почали експериментувати з рекомендаційними механізмами, які підбирали продукти чи послуги для конкретного користувача на основі аналізу його попередньої поведінки. Піонером цього напрямку стала платформа Amazon, яка вперше почала тестувати підходи персоналізованих рекомендацій для своїх клієнтів. Рання алгоритми були досить простими і базувалися переважно на статистичних залежностях та правилах, однак вже тоді стало зрозуміло, що аналіз індивідуальних уподобань може стати основою нової епохи маркетингу [2]. Загалом цей період у розвитку нейромереж можна назвати експериментальним. Компанії та дослідники ще не мали цілісних рішень, а нейромережі залишалися радше інструментом для тестування гіпотез, аніж готовим управлінським інструментом. Проте саме тоді бізнес почав усвідомлювати потенціал цих технологій. Уперше прозвучала ідея, що маркетинг може бути не лише масовим, а й індивідуалізованим, коли пропозиції та комунікації налаштовуються відповідно до поведінкових патернів кожного окремого споживача.

У 2000-х роках нейромережі остаточно закріпилися як робочий інструмент у маркетингу. Інтернет-комерція переживала своє стрімке зростання, платформи на кшталт Amazon та eBay наповнювалися мільйонами товарів і сотнями тисяч покупців. Стало очевидним, що без автоматизованих систем обробки даних утримувати увагу клієнта було дедалі важче. У цих умовах були створені перші системи рекомендацій, які на основі аналізу минулих покупок і поведінки користувача підбирали для нього індивідуальні пропозиції. Вже тоді ці алгоритми почали працювати на базі нейромереж, хоча ще доволі примітивних.

Паралельно почався бурхливий розвиток машинного навчання, яке поступово стало ключовою технологією для маркетологів. Бізнеси дедалі частіше зверталися до прогнозування поведінки клієнтів: що куплять, коли повернуться, як відреагують на знижку. Саме нейромережі дали змогу будувати такі передбачення з високою точністю. Вони вже не просто аналізували історичні дані, а навчалися бачити закономірності, які часто залишалися прихованими для людини.

У 2006 році Д. Хінтон разом із колегами представив концепцію глибокого навчання (Deep Learning), що стала новим етапом у розвитку нейромереж [6]. Глибокі мережі дозволили працювати з набагато більшими обсягами даних та виявляти значно складніші зв'язки. Перші алгоритми персоналізації почали використовуватися не лише у великих міжнародних компаніях, а й поступово проникати в середній бізнес. Особливо це було помітно у сфері Email-маркетингу, де почали з'являтися системи, які підбирали час відправлення листів та їхній зміст індивідуально для кожного клієнта, спираючись на аналіз його активності.

Цей період став моментом, коли нейромережі в маркетингу перестали бути інновацією для обраних і перетворилися на інструмент, який поступово ставав буденним. Бізнес почав усвідомлювати: щоб залишатися конкурентоспроможним, потрібно не просто накопичувати дані, а вміти їх інтерпретувати й працювати з ними у режимі реального часу. Саме це завдання взяли на себе нейромережі, які почали трансформувати маркетингові процеси, наближаючи індустрію до нової епохи персоналізації.

З 2010 по 2018 рік нейромережі стали рушійною силою маркетингових трансформацій, і ця революція була неможливою без двох фундаментальних чинників: вибухового зростання обсягів даних (Big Data) та впровадження глибокого навчання як основного інструменту для їх обробки. У цей період соціальні мережі, мобільні додатки, пошукові системи, онлайн-покупки, геолокаційні сервіси створювали безпрецедентну кількість інформації про кожен крок споживача. У роботі В. Майєра-Шенбергера та К. Кук'єра [14] було вперше систематизовано підхід до великих даних як до

інструменту, який здатен змінити не лише бізнес, а й суспільство в цілому. Автори наголошували, що найцінніше у великих даних — це не їхній обсяг, а здатність знаходити закономірності, які традиційними методами були недосяжними [14].

Саме на цьому етапі почали масштабно розвиватися таргетингові системи Google і Facebook, які, спираючись на великі масиви даних, почали пропонувати рекламодавцям не просто охоплення широкої аудиторії, а точковий підхід до кожного користувача. У дослідженні [15], опублікованому у 2016 році McKinsey Quarterly, зазначалося, що персоналізовані кампанії, які використовують алгоритми штучного інтелекту, забезпечують підвищення ефективності реклами на 30%, а в деяких випадках до 50%. У цей же час глибоке навчання (Deep Learning), концепцію якого у 2006 році запропонував Д. Хінтон, стало робочим стандартом. У роботі І. Гудфеллоу, Й. Бенжіо та А. Курвілла «Deep Learning» [6] було систематизовано підходи до побудови глибоких нейромереж. Ця робота стала настільним посібником для інженерів штучного інтелекту, оскільки у ній докладно пояснено, як багатoshарові нейромережі дозволяють аналізувати тексти, зображення, відео та складні патерни поведінки, що лягло в основу сучасних рекламних платформ [6].

На практиці нейромережі почали виконувати більше завдань у реальному маркетингу. В цей час Facebook та Google впровадили системи автоматизованого визначення ставок за показ, у яких алгоритми самі вирішують, скільки витратити на конкретного користувача, оцінюючи ймовірність, що він здійснить покупку. Водночас контекстна реклама отримала новий поштовх до розвитку: алгоритми почали аналізувати не лише запити користувачів, а й контент сторінок, на яких вони перебувають, щоб у режимі реального часу підбирати максимально релевантну рекламу. У статті [17] ще у 2017 році було досліджено, як алгоритми Facebook навчилися враховувати контекст фотографій користувача для підбору реклами, а в окремих випадках — навіть враховувати емоції на обличчі [16].

В цей період великі бренди почали поступово передавати управління рекламними кампаніями алгоритмам. Системи

автоматизованої закупівлі реклами, відомі як «Programmatic Advertising», набули масового поширення. У звіті eMarketer 2018 року було вказано, що понад 80% цифрової реклами у США закуповувалося через програматик-платформи, які працювали на базі нейромереж [17]. Маркетинг перетворився з інтуїтивного мистецтва на точну науку, у якій дані стали основним ресурсом, а нейромережі — ключовим інструментом для обробки цих даних та прийняття рішень у режимі реального часу. Персоналізація, побудована на нейромережевих моделях, стала тією межею, що відділила маркетинг минулого від маркетингу майбутнього.

У 2018 році OpenAI представила модель GPT-1 (Generative Pre-trained Transformer), а вже у 2019 році — GPT-2, який вражав своєю здатністю генерувати зв'язні тексти, що майже не відрізнялися від написаних людиною. GPT-3 у 2020 році зробив ще один крок уперед, дозволивши створювати повноцінні рекламні тексти, дописи для соціальних мереж, сценарії для відео і навіть повноцінні маркетингові стратегії. Попереднє десятиліття було присвячене накопиченню даних і створенню алгоритмів для їх обробки. Наступним кроком стало те, що тепер нейромережі набувають поширення як генератори контенту, комунікацій і навіть стратегічних рішень. Цей етап можна назвати періодом комерціалізації штучного інтелекту у маркетингу, коли моделі стали авторами, які створюють рекламні повідомлення, персоналізовані пропозиції, креативи та цілі контент-стратегії.

Паралельно відбувся стрибок у розвитку персоналізації. Завдяки GPT-моделям і вдосконаленим рекомендаційним системам бренди змогли створювати повністю індивідуальні комунікації. Кожен клієнт став отримувати унікальний контент — тексти, зображення, навіть стилі подачі, які враховували його інтереси, поведінкові патерни та історію покупок.

У цей же час нейромережі вперше стали інструментом для автоматизації маркетингових комунікацій. Чат-боти нового покоління, голосові асистенти, системи автоматичного написання текстів для Email-розсилок і соціальних мереж почали замінювати людей на всіх рівнях взаємодії з клієнтом. Замість того щоб маркетолог вручну писав відповіді або

готував рекламні повідомлення, виконавцями таких завдань стали алгоритми. Це не лише прискорило комунікації, а й дозволило значно знизити витрати компаній на створення контенту та підтримку клієнтів.

Одним із найяскравіших прикладів використання нейромереж у цей період є впровадження персоналізованих чат-ботів великими брендами, такими як Sephora та H&M. Вони використовували алгоритми обробки природної мови (NLP), що базувалися на трансформерах, для ведення діалогів, підбору товарів і навіть створення індивідуальних стилістичних рішень для кожного клієнта. За даними дослідження Juniper Research, у 2021 році чат-боти допомогли бізнесу заощадити понад 8 мільярдів доларів завдяки автоматизації обслуговування клієнтів та маркетингових комунікацій [18].

Зростання ролі генеративного штучного інтелекту в маркетингу підтверджує і дослідження McKinsey 2022 року, у якому зазначено, що бізнеси, які впровадили автоматизацію створення контенту на основі нейромереж, показали зростання конверсії в середньому на 15–20% [19]. При цьому витрати на розробку рекламних матеріалів зменшуються, оскільки GPT-моделі дозволяють генерувати сотні варіантів текстів, заголовків і описів за лічені хвилини.

В цей період у соціальних мережах з'явилися перші приклади синтетичних інфлюенсерів — віртуальних блогерів, створених повністю нейромережами. Такі персонажі, як Lil Miquela, стали популярними серед молоді та почали укладати рекламні контракти з брендами. Алгоритми, що лежать в основі цих проєктів, не лише створюють зображення, а й генерують тексти дописів, імітуючи стиль справжньої людини, що відкриває нові горизонти для брендової комунікації.

Період 2018–2023 років став точкою, де маркетинг остаточно перейшов на бік штучного інтелекту. Нейромережі вже не просто допомагали аналізувати поведінку споживача — вони почали замінювати людей на етапах створення контенту, комунікації та прийняття оперативних рішень. У цей час народилася концепція маркетингу, який функціонує у реальному часі, коли кожне рекламне повідомлення, кожен лист або рекомендація

формується миттєво, під конкретного користувача, і все це — завдяки потужностям штучного інтелекту.

Сучасний період, після 2023 року, відкриває перед маркетингом перспективи, які ще кілька років тому здавалися фантастикою. Раніше нейромережі навчалися працювати із текстами, зображеннями, голосом, поступово замінюючи людину на окремих ділянках маркетингового процесу. Зараз вони почали об'єднувати ці навички в єдині мультимодальні системи. Впровадження мультимодальних нейромереж, таких як GPT-4, яка вперше навчилася працювати не лише з текстом, а й аналізувати зображення, розпізнавати об'єкти та контекст ситуації дає маркетингу принципово нові можливості. Ці моделі мають здатність «бачити» та «розуміти», що відкриває для маркетингу принципово нові можливості. Наприклад, умовний користувач завантажує фото зі своєї відпустки — і нейромережа миттєво розпізнає пляжний краєвид, і вже за кілька хвилин у його стрічці з'являється реклама сонцезахисного крему або купальників. Або клієнт робить фото своєї вітальні, щоб поділитися з друзями, а алгоритм пропонує йому меблі, які ідеально пасуватимуть саме до такого інтер'єру.

Сьогодні штучний інтелект переходить від реактивного маркетингу — коли реклама слідувала за поведінкою користувача — до передбачувального. Мультимодальні моделі почали аналізувати не лише дії клієнта, а й передбачати його наступні кроки. Алгоритми навчились інтегрувати інформацію з різних каналів: пошукових запитів, історії покупок, активності у соцмережах, геолокації, навіть часу доби та погодних умов. Це дозволяє маркетингу досягти принципово нового рівня — він стає випереджувальним. Компанії більше не чекають, поки споживач сам висловить потребу, штучний інтелект пропонує рішення ще до того, як людина усвідомила, що вона щось шукає.

На цьому етапі почав формуватися концепт передбачувального маркетингу — систем, які будують персоналізовані пропозиції, прогножуючи бажання клієнта. На практиці це може виглядати так: за кілька днів до того, як у користувача закінчуються улюблені капсули для кави, він отримує знижку саме на цей товар. Або платформа бронювання подорожей пропонує йому квитки у той самий період, коли

минулого року він брав відпустку, знаючи, що ймовірність його зацікавленості саме зараз — найвища.

Важливим напрямом цього періоду є створення автономних маркетингових систем. Нейромережі почали перетворюватися на незалежних агентів, здатних самостійно вести рекламні кампанії від початку до кінця. Такі системи отримали назву автономного маркетингу. Вони вже не просто допомагають писати тексти чи підбирати аудиторію, а самі ухвалюють рішення про стратегію, розподіляють бюджети, тестують креативи, оцінюють результати і миттєво оптимізують процеси. Наприклад, компанія може запустити платформу, яка за допомогою нейромереж генерує оголошення, підбирає аудиторію, визначає ідеальний час показу, аналізує реакцію клієнтів і автоматично коригує кампанію, щоб збільшити конверсію.

За даними звіту Gartner за 2024 рік, понад 60% компаній, які використовували автономні маркетингові системи, змогли скоротити витрати на управління кампаніями на 30%, при цьому показники залучення клієнтів виросли в середньому на 25% [21]. Інше дослідження, проведене Deloitte, вказує, що бізнеси, які впровадили передбачувальний маркетинг, продемонстрували зростання лояльності клієнтів на 20%, оскільки пропозиції стали настільки влучними, що споживачі почали сприймати їх не як рекламу, а як корисний сервіс [22,23].

Вперше в історії маркетинг став максимально наближеним до кожного клієнта. Комунікації більше не ґрунтуються на припущеннях чи статистичних середніх значеннях. Завдяки мультимодальним нейромережам, випереджувальним системам та автономним платформам маркетинг почав розуміти кожну конкретну людину, її потреби та емоції в конкретний момент часу.

Сучасні нейромережі поступово переростають свою роль інструменту створення контенту або аналізу даних і стають архітекторами індивідуального споживацького досвіду. Саме це має на увазі український дослідник І. Лядський у роботі [11], у якій описує ситуацію, коли бренди змушені боротися вже не лише за увагу людини, а й за довіру штучного інтелекту. Йдеться про те, що рішення про покупку дедалі частіше приймається не

самим споживачем, а його голосовим помічником — Siri, Alexa, Google Assistant — або системою «розумного дому», яка замовляє продукти, комунальні послуги, побутові товари без людського втручання.

Нейромережі, які керують цими помічниками, аналізують масиви даних про бренди, товари, ціни, відгуки, історію споживача і на основі цього обирають оптимальне рішення. Відтак маркетингові комунікації, які раніше були спрямовані на людину, сьогодні мають бути адаптовані для алгоритмів. Вирішальним стає те, як нейромережа інтерпретує бренд у своїй базі, наскільки його репутаційні, цінові та якісні показники відповідають критеріям системи.

Майбутнє маркетингу, побудованого на нейромережах, все більше тяжіє до поняття «Algorithm Loyalty» — лояльності не лише клієнта, а й алгоритму, який ухвалює рішення про покупку. Відтак завдання маркетолога еволюціонує: тепер він має не просто створювати контент і рекламні кампанії, а працювати над тим, щоб бренд опинився у списку пріоритетів алгоритму, був «помічений» і «схвалений» штучним інтелектом.

На цьому етапі нейромережі переходять від функції допоміжного інструменту до статусу повноправного учасника ринку, який вже сам вирішує, хто отримає доступ до клієнта, а хто залишиться поза інформаційним полем. Маркетинг остаточно перетворюється на змагання за алгоритмічну видимість, де ключовими стають чистота даних, прозорість бренду, стабільність цінової політики та позитивний цифровий слід. І саме нейромережі формують ці правила гри, створюючи реальність, у якій не споживач обирає продукт, а продукт має довести свою цінність системі, яка ухвалює рішення замість нього.

Період після 2023 року став не просто продовженням інтеграції штучного інтелекту у маркетинг — він ознаменував перехід до епохи маркетингових систем, які навчаються, адаптуються і функціонують майже без втручання людини. І якщо ще кілька років тому це сприймалося як футуризм, то сьогодні це — нова реальність, яка формує майбутнє галузі.

Таким чином, на основі проведеного аналізу можна виокремити таку роль нейромереж у маркетингу на основі завдань, які

відповідні нейромережі здатні швидко та результативно вирішувати:

- полікритеріальна класифікація потенційних та реальних споживачів;

- побудова карти поведінкових стимулів;

- прогнозування поведінки споживача;

- таргетована реклама, яка трансформується у персоналізовану;

- побудова наборів «спільних купівель»;

- пошук прихованих закономірностей у поведінці споживачів (часових, купівельних, товарних тощо);

- прогнозування продажів та попиту;

- оцінювання платоспроможності клієнтів та цільова сегментація клієнтської спільноти за купівельною спроможністю;

- управління товарними запасами;

- персоналізація рекламного та інформаційного контенту;

- формування рекомендацій для окремих кластерів споживачів, аж до індивідуалізованих рекомендацій;

- врахування геолокаційного чинника під час схвалення рішень про покупку;

- посилення результативності реклами;

- індивідуалізація реклами;

- автоматизація SMM-маркетингу;

- автоматизація створення електронного контенту;

- підтримка діалогів з клієнтами з використанням чат-ботів;

- створення синтетичних інфлюенсерів, які впливатимуть на поведінку цільової аудиторії;

- сприяння становленню передбачуваного маркетингу.

Висновок. Сьогодні нейромережі перетворюються на центральну рушійну силу маркетингу, змінюючи характер взаємин між брендами і споживачами. Якщо в 1990-х нейромережі лише починали обробляти транзакційні дані, а в 2000-х стали інструментом прогнозування продажів, то сьогодні вони не лише аналізують поведінку, а й створюють контент, генерують рекламні повідомлення, ведуть комунікацію, персоналізують взаємодію та самі приймають маркетингові рішення. Маркетинг, який раніше будувався на інтуїції та здогадках, остаточно став наукою про дані, а інструменти штучного інтелекту перетворилися з помічників на автономних учасників процесу. Показовим є те, що на сучасному етапі нейромережі виходять за межі аналізу тексту.

GPT-4 уже «бачить» і «розуміє» візуальні образи, DeepSeek демонструє високу ефективність при менших ресурсах, а персоналізовані чат-боти та передбачувальні системи пропонують споживачеві товари ще до того, як він усвідомив свою потребу. Це не просто автоматизація — це маркетинг, який живе та адаптується в реальному часі, підлаштовуючись під емоції, поведінку, контекст та індивідуальність кожної людини.

Таке стрімке проникнення нейромереж у маркетинг створює як безпрецедентні можливості, так і нові виклики. На перший план виходять питання конфіденційності даних, етичності алгоритмічного впливу на вибір споживача, балансу між автоматизацією та людською креативністю. Під час експансії DeepSeek у 2024 році світ побачив не лише черговий технологічний прорив, а й черговий виток дискусії про безпеку користувацької інформації. Ці виклики ще більше підкреслюють головну дилему сучасного маркетингу: як знайти баланс між тотальною персоналізацією, яку забезпечують нейромережі, та правом людини залишатися непомітною в полі зору штучного інтелекту.

Проте одне очевидно — майбутнє маркетингу вже настало. Воно алгоритмічне, прогнозувальне, персоналізоване — і це майбутнє створюється нейромережами щосекунди, поки бренди продовжують змагатися за увагу людини, якою керують емоції, а тепер — ще й дані.

Наукова новизна викладених у статті положень полягає в узагальненні еволюції нейромереж та відображенні практичного аспекту їхнього використання у маркетингу. Практична цінність таких результатів полягає у тому, що положення статті можуть бути взяті за основи узагальнення реалізації маркетингу як відокремленої функції в управлінні підприємством на основі широкого використання нейронних мереж

Література

1. McCulloch W.S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 1943. Vol. 5(4). P. 115–133.
2. Anderson J.A., Rosenfeld E. Talking Nets: An Oral History of Neural Networks. Cambridge : MIT Press, 2000. 448 p.
3. Lindstrom M. Buyology: Truth and Lies About Why We Buy. New York : Crown Business, 2008. 256 p.
4. Литовченко І.Л., Пилипчук В.П. Інтернет-маркетинг : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 184 с.
5. Кононик О.П., Кононик Н.О. Нейронні мережі і генетичні алгоритми: монографія. Вінниця : ВНТУ, 2008. 470 с.
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge : MIT Press, 2016. 800 p.
7. Kroeze D.P., Brereton T. Artificial Neural Networks and Structural Equation Modeling. Singapore : Springer, 2019. 300 p.
8. Kingsnorth S. Digital Marketing Strategy: An Integrated Approach to Online Marketing. London : Kogan Page, 2019. 384 p.
9. Kotler P., Kartajaya H., Setiawan I. Marketing 5.0: Technology for Humanity. Hoboken : Wiley, 2021. 272 p.
10. Lanham M. Evolutionary Deep Learning: Genetic Algorithms and Neural Networks. New York : Manning Publications, 2022. 384 p.
11. Лядський І.К. Маркетинг 6.0 — як сподобатися Siri? *Маркетингове забезпечення продуктового ринку* : матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, травень 2024 р. Полтава : ПДАУ, 2024. С. 26-28.
12. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning representations by back-propagating errors. *Nature*. 1986. Vol. 323(6088). P. 533-536. DOI: 10.1038/323533a0.
13. Lippmann R.P. An Introduction to Computing with Neural Nets. *IEEE ASSP Magazine*. 1987. Vol. 4(2). P. 4-22. DOI: 10.1109/MASSP.1987.1165576.
14. Mayer-Schönberger V., Cukier K. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think. Boston : Houghton Mifflin Harcourt, 2013. 242 p.
15. Evenson A., Henke N. The Age of Analytics: Competing in a Data-driven World. McKinsey Quarterly. 2016. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/the-age-of-analytics-competing-in-a-data-driven-world> (дата звернення: 11.12.2024).
16. Deaton J. How Facebook's AI Ads Learn to Match Your Emotions. *Harvard Business Review*. 2017. URL: <https://hbr.org/2017/11/how-facebooks-ai-ads-learn-to-match-your-emotions> (дата звернення: 13.11.2024).
17. eMarketer. US Programmatic Ad Spending Forecast 2018. URL: <https://www.emarketer.com> (дата звернення: 13.11.2024).
18. Juniper Research. Chatbots to Drive \$8bn in Cost Savings Annually by 2022. URL: <https://www.juniperresearch.com/resources/infographics/chatbots-to-drive-8bn-in-cost-savings-annually> (дата звернення: 13.12.2024).

19. McKinsey & Company. The State of AI in 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022> (дата звернення: 13.12.2024).
20. OpenAI. GPT-3: Language Models are Few-Shot Learners. URL: <https://arxiv.org/abs/2005.14165> (дата звернення: 13.12.2024).
21. Gartner. Predicts 2024: Future of Marketing. URL: <https://www.gartner.com/en/insights/marketing> (дата звернення: 13.11.2024).
22. Deloitte Insights. Predictive Marketing Systems and the Next Era of Customer Loyalty. URL: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en.html> (дата звернення: 13.12.2024).
23. OpenAI. GPT-4 Technical Report. URL: <https://openai.com/research/gpt-4> (дата звернення: 13.11.2024).

References

1. McCulloch W.S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 1943. Vol. 5(4). P. 115-133.
2. Anderson J.A., Rosenfeld E. Talking Nets: An Oral History of Neural Networks. Cambridge : MIT Press, 2000. 448 p.
3. Lindstrom M. Buyology: Truth and Lies About Why We Buy. New York : Crown Business, 2008. 256 p.
4. Lytovchenko I.L., Pylypchuk V.P. Internet Marketing: Study Guide. Kyiv : Center of Educational Literature, 2008. 184 p.
5. Kononyk O.P., Kononyk N.O. Neural Networks and Genetic Algorithms: Monograph. Vinnytsia : VNTU, 2008. 470 p.
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge : MIT Press, 2016. 800 p.
7. Kroese D.P., Brereton T. Artificial Neural Networks and Structural Equation Modeling. Singapore : Springer, 2019. 300 p.
8. Kingsnorth S. Digital Marketing Strategy: An Integrated Approach to Online Marketing. London : Kogan Page, 2019. 384 p.
9. Kotler P., Kartajaya H., Setiawan I. Marketing 5.0: Technology for Humanity. Hoboken : Wiley, 2021. 272 p.
10. Lanham M. Evolutionary Deep Learning: Genetic Algorithms and Neural Networks. New York : Manning Publications, 2022. 384 p.
11. Liadskyi I.K. Marketing 6.0 - How to Appeal to Siri? *Marketing Support of the Product Market: Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference, Poltava, May 2024*. Poltava: PDAU, 2024. P. 26-28.
12. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning representations by back-propagating errors. *Nature*.

1986. Vol. 323(6088). P. 533-536. DOI: 10.1038/323533a0.
13. Lippmann R.P. An Introduction to Computing with Neural Nets. *IEEE ASSP Magazine*. 1987. Vol. 4(2). P. 4-22. DOI: 10.1109/MASSP.1987.1165576.
14. Mayer-Schönberger V., Cukier K. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013. 242 p.
15. Evenson A., Henke N. The Age of Analytics: Competing in a Data-driven World. McKinsey Quarterly. 2016. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/the-age-of-analytics-competing-in-a-data-driven-world>(accessed: 11.12.2024).
16. Deaton J. How Facebook's AI Ads Learn to Match Your Emotions. *Harvard Business Review*. 2017. URL: <https://hbr.org/2017/11/how-facebooks-ai-ads-learn-to-match-your-emotions>(accessed: 13.11.2024).
17. eMarketer. US Programmatic Ad Spending Forecast 2018. URL: <https://www.emarketer.com> (accessed: 13.11.2024).
18. Juniper Research. Chatbots to Drive \$8bn in Cost Savings Annually by 2022. URL: <https://www.juniperresearch.com/resources/infographics/chatbots-to-drive-8bn-in-cost-savings-annually>(accessed: 13.12.2024).
19. McKinsey & Company. The State of AI in 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022>(accessed: 13.12.2024).
20. OpenAI. GPT-3: Language Models are Few-Shot Learners. URL: <https://arxiv.org/abs/2005.14165> (accessed: 13.12.2024).
21. Gartner. Predicts 2024: Future of Marketing. URL: <https://www.gartner.com/en/insights/marketing> (accessed: 13.11.2024).
22. Deloitte Insights. Predictive Marketing Systems and the Next Era of Customer Loyalty. URL: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en.html> (accessed: 13.12.2024).
23. OpenAI. GPT-4 Technical Report. URL: <https://openai.com/research/gpt-4>(accessed: 13.11.2024).

Pohorelova K.A. Evolution of neural networks and their role in marketing

The evolution of neural networks and their role in modern marketing has been studied. The historical development of neural networks is examined - from the first theoretical models by W. McCulloch and W. Pitts to modern multimodal systems. The development of theoretical foundations for neural network construction is briefly highlighted. It shows how neural networks have

transformed marketing approaches: from transactional data analysis in the 1990s in the early stages of neural network development, implementation of personalized recommendation systems and automated content management platforms (2000-2010) to modern multimodal neural networks, which in perspective will allow transition to full personalization and autonomous marketing systems. Special attention is paid to modern generative models that create advertising texts, images and video content, as well as predictive marketing systems that forecast customer behavior in real time. The impact of neural networks on communication personalization, marketing process automation and decision-making is revealed. The implementation of such systems is analyzed using global brands as examples, and modern developments in artificial intelligence are briefly described. It is shown that neural networks are becoming not just a tool, but an autonomous agent of marketing processes, opening an era of proactive, personalized marketing. It is demonstrated that neural networks in marketing are evolving from an auxiliary tool to the status of an autonomous agent in marketing processes. Key challenges of modern marketing related to the use of neural networks are identified: data privacy, algorithm ethics, balance between automation and human

creativity. It is highlighted that the use of neural networks in marketing began for specific tasks but tends to evolve towards complex consumer interaction that will allow marketing personalization and prediction of behavioral responses. It is substantiated that further development of neural network technologies leads to the formation of a new marketing paradigm, in which artificial intelligence not only analyzes data and automates processes but becomes a full participant in marketing activities, capable of making independent decisions and adapting to changes in the market environment.

Keywords: neural networks, marketing, personalization, artificial intelligence, automation, generative models, GPT-4, DeepSeek, predictive marketing.

Погорелова Катерина Андріївна – к.е.н., доцент кафедри публічного управління, менеджменту та маркетингу Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
pogorelova@snu.edu.ua

Стаття подана 23.11.2024.