

В. І. Скіцько,
к. е. н., доцент, доцент кафедри штучного інтелекту, моделювання та статистики,
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6290-9194>

DOI: 10.32702/2306-6814.2026.2.152

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА АГЕНТНИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ДРАЙВЕРИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

V. Skitsko,
PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Artificial Intelligence,
Modelling and Statistics, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

INTELLIGENT DECISION-MAKING SYSTEMS AND AGENT-BASED ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS DRIVERS OF DIGITAL TRANSFORMATION

У статті досліджується цифрова трансформація як комплексний процес системних змін, що охоплює оцифрування бізнес-процесів, трансформацію організаційної структури компанії, створення нових екосистем тощо. Основну увагу приділено аналізу технологічних драйверів цього процесу, зокрема інтелектуальним системам прийняття рішень (ІСПР) та інтелектуальним системам підтримки прийняття рішень (ІСППР), які автоматизують управлінські процеси та підвищують їхню обґрунтованість.

Розкрито сутність сучасного поняття штучного інтелекту (ШІ), що пов'язано з генеративним штучним інтелектом та новітнім напрямом — агентним штучним інтелектом. У статті описано різні ШІ-агенти за їх складністю: 1) базові агенти, які використовуються для простої автоматизації та надають готові шаблонні відповіді із своєї бібліотеки; 2) агенти проміжного рівня, які містять технології розуміння природної мови та здатні вдосконалюватися у процесі взаємодії із користувачем; 3) просунуті агенти, які здатні до автономного виконання складних бізнес-завдань; 4) корпоративні агенти, які представляють собою системи найвищого рівня складності та автономності, рішення яких безпосередньо впливають на бізнес-результати.

В статті також проаналізовано ступінь досягнення повноцінної реалізації концепції агентного ШІ кожним з типів ШІ-агентів: 1) низький. В цьому випадку ШІ-агент є мінімально автономним, не формулює власні цілі, не навчається і не адаптується; 2) середній. В цьому випадку ШІ-агент здатен інтерпретувати запити, враховувати історію взаємодій, вибирати варіанти дій і покращувати свої дії на основі даних; 3) високий. В цьому випадку ШІ-агент демонструє ключові ознаки агентності; 4) максимальний. В цьому випадку ШІ-агент по суті є суб'єктом цифрового середовища, що формулює цілі та формує стратегію своєї поведінки, співпрацює з іншими агентами та/або системами, функціонує у режимі реального часу тощо.

В статті також окреслено виклики цифрової трансформації та обґрунтовано необхідність компаніями враховувати аспекти концепції "Промисловість 5.0" в процесах цифрової трансформації.

The article examines digital transformation as a complex process of systemic change that includes the digitization of business processes, the transformation of a company's organizational structure, the creation of new ecosystems, and more. Particular emphasis is placed on analysing the technological drivers of this process, namely intelligent decision-making systems and intelligent decision support systems, which enable the automation of managerial processes and enhance the validity and substantiation of managerial decisions.

The article further elaborates the contemporary concept of artificial intelligence (AI), with particular attention to generative AI and the emerging paradigm of agentic AI. Various categories of AI agents are identified according to their level of complexity: 1) basic agents, which are employed for routine automation tasks and provide predefined responses from an internal knowledge base; 2) intermediate-level agents, which incorporate natural language understanding technologies and are capable of incremental improvement through interaction with users; 3) advanced agents, which are able to autonomously perform complex business-oriented tasks; 4) enterprise-level agents, representing the most sophisticated and autonomous category of systems, whose outputs exert a direct influence on business performance outcomes.

In addition, the article assesses the extent to which each category of AI agents embodies the core principles of the agentic AI concept: 1) low level, whereby the AI agent demonstrates minimal autonomy, does not formulate its own objectives, and lacks learning and adaptive capabilities; 2) medium level, whereby the AI agent is able to interpret user queries, account for prior interaction history, select among alternative courses of action, and improve its performance on the basis of accumulated data; 3) high level, whereby the AI agent exhibits the key attributes of agent-like behaviour; 4) maximum level, whereby the AI agent effectively functions as an autonomous subject within the digital environment, formulating its own objectives and behavioural strategies, interacting and collaborating with other agents and/or systems, and operating in real time.

The article also identifies the key challenges associated with digital transformation and substantiates the necessity for companies to incorporate the principles of the Industry 5.0 paradigm into their digital transformation strategies.

Ключові слова: інтелектуальні системи прийняття рішень, агентний штучний інтелект, агент штучного інтелекту, цифрова трансформація, Промисловість 5.0.

Key words: intelligent decision-making systems, agent-based artificial intelligence, artificial intelligence agent, digital transformation, Industry 5.0.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Цифрові технології стають невід'ємною складовою в багатьох сферах бізнесу та життєдіяльності людини, а їх широке використання та суттєвий вплив на економічні та суспільні процеси сприяє подальшому успішному розвитку цифрової трансформації. Незважаючи на те, що поняття "цифрова трансформація" використовується досить давно, проте й досі відсутнє єдине загальноприйняте тлумачення цього терміну. Різні практики, фахівці, науковці можуть трактувати його по-своєму, доповнюючи один одного, уточнюючи сутність терміну залежно від сфери цифрової трансформації.

Наприклад, на сайті Міністерства освіти і науки України зазначено, що цифрова трансформація у сфері освіти і науки представляє собою комплексну роботу щодо побудови екосистеми цифрових рішень у цій сфері, включаючи: 1) створення безпечного електронного освітнього середовища; 2) розбудову цифрової

інфраструктури закладів та установ освіти і науки; 3) проведення заходів щодо формування цифрової компетентності та постійного підвищення її рівня; 4) автоматизацію збору, обробки, зберігання та аналізу даних; 5) трансформацію процесів та послуг тощо [1].

З точки зору ведення бізнесу, цифрова трансформація є складним та багатогранним процесом для збереження та підвищення конкурентоспроможності компанії, зростання ефективності її функціонування та продуктивності, який передбачає як впровадження інноваційних технологій, так і зміни в організаційній структурі та бізнес-процесах компанії, її корпоративній культурі тощо з метою підвищення гнучкості та адаптації такої компанії до мінливих вимог сучасних ринків та потреб споживачів [2]. Цифрова трансформація — це процес оцифрування існуючих бізнес-процесів та послуг з метою створення додаткової цінності як для самої компанії, так і її клієнтів [3].

Цифрову трансформацію можна розглядати як сукупність таких складових: 1) комерційна трансформація, яка передбачає збільшення доходу завдяки, напри-

лад, підвищенню ефективності системи ціноутворення, впровадженню нових продуктів, послуг тощо; 2) операційна трансформація, яка передбачає зниження витрат через оптимізацію операційної діяльності; 3) трансформація технологій, яка передбачає проведення заходів щодо модернізації технологій для забезпечення комерційної та операційної трансформацій [4].

Цифрова трансформація є процесом впровадження сучасних інформаційних технологій у роботу компанії (підприємства, організації) з метою її істотного розвитку та отримання можливості підвищити свій прибуток за короткий проміжок часу [5]. Вважають, що цифрова трансформація є довгостроковою стратегією, а не короткостроковою тактикою і по суті представляє собою впровадження інноваційних способів ведення бізнесу з використанням цифрових технологій, що передбачає тривалі технологічні та культурні зміни для забезпечення відповідно й тривалого успіху компанії [6]. По суті цифрова трансформація сприяє перетворенню в компанію майбутнього, поєднуючи можливості цифрових технологій та людського капіталу в усіх аспектах ведення бізнесу [7].

До ключових технологій (апаратних та програмних рішень) цифрової трансформації, які можна вважати її драйверами, відносяться: Великі Дані, хмарні технології, Інтернет Речей, мобільні пристрої, соціальні мережі [2, 3], штучний інтелект (ШІ) в широкому розумінні тощо. Так як цифрові технології не з'явилися усі одночасно, а поступово, то й цифрову трансформацію не можливо здійснити один раз і назавжди. Кожна поява нової цифрової технології чи революційний прорив у існуючій може суттєво вплинути на цифрову трансформацію компаній. Вважається, що технологічні компанії, які є розробниками цифрових технологій, є першими ініціаторами цифрової трансформації та можуть слугувати як приклад успішного чи невдалого використання таких технологій для компаній інших галузей [8].

Наприклад, алгоритми штучного інтелекту використовуються для вирішення різних задач вже досить давно. Під терміном "штучний інтелект" у різні часи розуміли експертні системи, глибоке навчання, машинне навчання тощо, які можуть бути складовими компонентами (підсистемами та елементами) інтелектуальних систем прийняття рішень (ІСПР) та інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСППР). Проте для багатьох понять штучного інтелекту стало актуальним з 30 листопада 2022 року, коли компанія "OpenAI" представила назагал для усіх охочих свою розробку на основі генеративного ШІ ChatGPT. Наразі, в багатьох випадках, коли мова йде про штучний інтелект, то переважно мають на увазі моделі генеративного ШІ, за допомогою яких можна генерувати контент (текст, зображення, аудіо, відео та їх поєднання) різної складності та якості.

Індустрія генеративного ШІ розвивається на стільки стрімко, що актуальність деяких ІТ-рішень, побудованих на основі моделей генеративного ШІ, може обчислюватися кількома місяцями. А це у свою чергу є суттєвим викликом для цифрової трансформації в цілому. Також постають питання щодо: актуальності існуючих ІСПР та ІСППР; можливостей їх адаптування у зв'язку з появою нових технологій; подальшої доцільності їх використання з врахуванням можливостей генеративного

ШІ та постійного його розвитку тощо. Таким чином, виникає потреба у дослідженні таких питань.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Багатогранність проблеми цифрової трансформації та постійний розвиток технологій, які формують цифрову трансформацію є предметом наукових досліджень та публікацій багатьох авторів. Публікації, які були опрацьовані автором для написання даної статті, можна розділити на такі: 1) публікації, які присвячені загальним питанням цифрової трансформації (наприклад, [2—9]); 2) публікації, які присвячені різним аспектам розробки та впровадження ІСПР та ІСППР (наприклад, [10]); 3) публікації, які присвячені різним аспектам розробки та впровадження агентного ШІ та ШІ-агентів (наприклад, [11—17]).

Незважаючи на досить велику кількість публікацій за тематикою наукової статті, залишаються недостатньо висвітленими та проаналізованими деякі аспекти проблеми, зокрема, у вітчизняному науковому просторі мало уваги приділено агентному ШІ в контексті цифрової трансформації. Тому даною роботою хотілось б в деякій мірі заповнити цю прогалину.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Отже, мета даної статті полягає у дослідженні існуючого стану та окресленні перспектив розвитку ІСПР, ІСППР, ШІ (агентного ШІ) в контексті цифрової трансформації на основі існуючих публікацій різних авторів та власного бачення і досвіду автора статті.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Цифрова трансформація як системне явище стоїть перед нами:

1) цифровізації (діджиталізації) економіки, що передбачає перехід до повсюдного використання цифрових технологій в комерції, промисловості, логістиці, фінансах, агропромисловості, будівництві і т.д., що зумовлює адаптацію існуючих та появу нових бізнес-моделей, бізнес-процесів, інноваційних цифрових продуктів та послуг;

2) електронного урядування, що охоплює зміни у взаємодії між громадянами країни, представниками бізнесу та органами державної влади завдяки широкому використанню технологій, які дозволяють надавати та отримувати цифрові державні послуги високої якості за прийнятний час, забезпечують надійний електронний документообіг, сприяють підвищенню прозорості та ефективності державного управління. Зокрема, згідно E-Government Development Index (показник, за яким оцінюється рівень електронного урядування та залученість громадян до взаємодії з органами державної влади з використанням цифрових технологій) в 2024 році Україна за показником "Online Services Index" (який оцінює повноту, якість та зручність надання для громадян державних онлайн-послуг) зайняла 5 місце в загальному світовому рейтингу [18, 19];

3) формування цифрового суспільства через трансформаційні процеси, які передбачають широке викори-

стання цифрових технологій в комунікації між самими громадянами, а також у сфері освіти, охорони здоров'я, інтертейменту, отримання інформації різними способами тощо. Внаслідок таких цифрових трансформацій у суспільстві виникає цифровий розрив або цифрова нерівність, що обумовлено неоднаковими можливостями окремих осіб або груп осіб щодо доступності до цифрових технологій;

4) ринку праці, який зазнає структурних змін через втрату актуальності одних професій та появу нових професій, які насамперед пов'язані із сферою ІТ, адаптацію низки професій до нових умов, що вимагає здобуття нових знань та формування нових компетенцій у працівників;

5) екосистем даних, що передбачає не просто створення, підтримку та використання однієї бази даних чи бази знань деякою компанією на окремому сервері чи у хмарі, а створення цілої системи щодо надійного збору, зберігання, обробки, аналізу надвеликих масивів даних з метою їх використання, наприклад, у процесах прийняття управлінських рішень менеджментом компанії, формуванні індивідуального підходу у роботі з клієнтами компанії тощо;

6) кібербезпеки та кібергігієни, актуальність яких зростає з кожним днем через переведення дедалі більшої кількості процесів у бізнесі та суспільстві в цифровий простір;

7) етичних викликів, відповідального використання цифрових технологій з врахуванням відповідного законодавства, яке стосується регулювання розробки, впровадження та використання відповідних цифрових технологій, та прав людини, відповідальності розробників тощо (сформульовано на основі [9] з доповненням та уточненням).

В процесі цифрової трансформації вчасне прийняття обгрунтованого рішення стає особливо актуальним питанням, яке може бути вирішено за допомогою застосування спеціальних підходів, систем, технологій. З одного боку ІСПР та ІСППР є системами, що можуть допомогти у прийнятті рішень, пов'язаних з процесом цифрової трансформації, з іншого — їх самих можна розглядати як технології цифрової трансформації, що охоплюють моделі штучного інтелекту, аналіз великих даних та автоматизацію бізнес-процесів.

ІСПР — це автоматизовані системи управління, які спроможні опрацьовувати великі масиви даних та самостійно (автоматично) без (або за мінімального) втручання людини приймати рішення з використанням інструментарію ШІ (глибинного навчання, машинного навчання, штучних нейронних мереж, нечіткої логіки, експертних систем, алгоритмів колективного ШІ, еволюційних алгоритмів). В сфері економіки під ІСПР розуміють людино-машинну інтерактивну систему, яка допомагає менеджменту компанії ухвалювати ефективні управлінські рішення. Особливістю цих систем є використання штучних підсилювачів інтелекту (інструментарію ШІ), які здатні накопичувати та опрацьовувати знання, навчатися на основі аналізу попереднього досвіду, а також адаптуватися до динамічних змін зовнішнього та внутрішнього середовища функціонування економічної системи (компанії), можливих змін в її структурі тощо [10].

ІСППР також використовують інструментарій ШІ, проте такі системи не приймають остаточне рішення самостійно, а надають рекомендації, які можуть бути використані людиною у прийнятті відповідного рішення. Застосування ІСПР та ІСППР викликане бажанням відповідальних осіб підвищити ефективність прийняття рішень. ІСПР доречно використовувати у випадках, коли є необхідність у швидкому прийнятті рішень і такі рішення цілком можуть бути прийняті системою самостійно. Наприклад, до ІСПР можна віднести: системи контролю на виробництві; системи автоматизованої (алгоритмічної) торгівлі на фінансових ринках; системи автономних транспортних засобів; системи роботів, які в режимі реального часу приймають рішення на основі даних з різних сенсорів, тощо.

ІСППР є по суті радниками осіб, що приймають рішення (ОПР), і до таких систем можна віднести, зокрема: системи, які допомагають лікарям у постановці діагнозу та виборі оптимального лікування; системи, які створюють інформаційні панелі (дашборди) для зручного аналізу даних; системи прогнозування тенденцій ринку, економічних показників компанії тощо.

ІСПР та ІСППР можуть бути центральним елементом цифрової трансформації. Зокрема, вони автоматизують та оптимізують складні процеси прийняття рішень; дозволяють швидко, надійно та ефективно обробити великі масиви даних та проаналізувати їх; мають високу гнучкість та адаптивність до можливих змін на ринку; здатні об'єднати різні технології в єдину екосистему.

Спільним поняттям для ІСПР, ІСППР та ШІ є "інтелект". Поняття інтелекту зазвичай відноситься до людини, її розумових здібностей та означає розум, розсудливість і розуміння та можна розглядати як універсальний супералгоритм, який спроможний створювати алгоритми вирішення конкретних завдань [10]. Тоді штучний інтелект (ШІ) визначає здатність автоматизованих систем виконувати певні функції людського інтелекту, наприклад, обирати та обгрунтовувати ефективні рішення, спираючись на накопичений досвід та аналіз зовнішніх чинників тощо [10].

Отже, штучний інтелект — це технологія, яка дозволяє комп'ютерам та машинам імітувати процеси людського навчання, розуміння, вирішення проблем, ухвалення рішень, бути креативними та автономними [11].

Поняття "комп'ютери" охоплює електронно-обчислювальні пристрої, за допомогою яких можна зберігати, обробляти та аналізувати дані, зокрема це ноутбуки, планшети, сервери, дата-центри, системи хмарних обчислень тощо. "Машина" — це будь-яка система, яка здатна отримувати дані з навколишнього середовища, обробляти їх та виконувати певні дії. До поняття "машина" можна віднести роботів, автономні транспортні засоби, "розумні" побутові пристрої тощо.

Автономність ШІ визначає здатність системи самостійно приймати рішення та виконувати відповідні дії у межах заданих правил, цілей та обмежень, які визначені людиною.

Креативність ШІ проявляється насамперед у здатності створювати новий, оригінальний контент — що є ключовою ознакою генеративного ШІ. Термін "штучний інтелект" відомий з 1956 року, але починаючи з 30 лис-

топада 2022 року (коли компанія "OpenAI" представила на широкий загал ChatGPT) відбулося нове переосмислення терміну і наразі, коли говорять про ШІ, то мають на увазі саме генеративний штучний інтелект (генеративний ШІ, генШІ, англ. Generative Artificial Intelligence, Generative AI, GenAI), основою якого є моделі машинного навчання, насамперед глибокого навчання [11, 12].

Через стрімкий розвиток генеративного ШІ в 2023-2025 роках, вважається, що штучний інтелект (насамперед, генеративний ШІ) може стати наступною руйнівною технологією, яка в контексті цифрової трансформації може бути застосована, зокрема, за такими напрямками [6]:

1) автоматизація. Завдяки ШІ можна здійснити автоматизацію постійно повторюваних та заснованих на певних правилах завдань, тим самим підвищити ефективність діяльності організації (компанії, підприємства тощо) разом з перенаправленням людських ресурсів на виконання більш складних та стратегічно важливих завдань;

2) аналіз. Сучасний ШІ спроможний достатньо швидко із задовільною точністю аналізувати великі набори даних, що у свою чергу, наприклад, може допомогти компаніям зрозуміти поведінку їх клієнтів щодо вибору продукції, оптимізувати бізнес-процеси, виявити нові можливості розвитку компанії тощо;

3) персоналізація. Моделі ШІ дозволяють компаніям на основі аналізу поведінки та вподобань клієнтів адаптувати свою продукцію, послуги та процеси комунікації до їх (клієнтів) потреб та бажань;

4) прогностична аналітика. Використовуючи різний інструментарій ШІ можна здійснювати прогнозування тенденцій та змін на ринку, зокрема, попиту, приймати на випередження рішення щодо управління запасами тощо;

5) заходи безпеки. Можна значно посилити рівень кібербезпеки компанії завдяки використанню моделей ШІ, зокрема, у виявленні різних загроз та реагування на них у реальному часі; у здійсненні постійного моніторингу виявлення різних аномалій чи відхилень від норми, наприклад, у роботі обладнання на виробництві; у виявленні порушення безпеки тощо.

Новою віхою у розвитку ШІ можна вважати можливість створення користувачами власних агентів штучного інтелекту (ШІ-агентів, англ. AI Agents) та агентного ШІ (англ. Agent AI). Появі ШІ-агентів сприяла, зокрема, мультимодальність моделей генеративного ШІ, що проявляється у можливості одночасної обробки контенту різного формату (тексту, зображення, відео, аудіо, коду тощо).

ШІ-агент — це ІТ-продукт, який використовує великі мовні моделі (ВММ) для досягнення цілей та автономного виконання завдань від імені користувача або іншої системи без втручання людини згідно робочого процесу з використанням інших ІТ-продуктів, що може включати: прийняття рішень, вирішення певних проблем, взаємодію із навколишнім середовищем (сформульовано на основі [11, 13, 14]). До ключових характеристик ШІ-агентів відносять [13]:

1) міркування. Проявляється у можливостях ШІ-агентів аналізувати дані, виявляти закономірності та ухвалювати рішення;

2) діяльність. ШІ-агент здатний виконувати дії, взаємодіючи із навколишнім середовищем, для досягнення встановлених цілей;

3) спостереження. ШІ-агент завдяки використанню відповідних технологій (наприклад, комп'ютерного зору, обробки природної мови, аналізу даних з сенсорів та датчиків тощо) здатен збирати та опрацьовувати інформацію для оцінювання контексту з подальшим прийняттям відповідного рішення;

4) співпраця. Використання не одного ШІ-агента, а кількох, які взаємодіють між собою разом із людиною, стає новим трендом розвитку індустрії ШІ. Це дозволяє досягти кращого результату у вирішенні складних задач. Така взаємодія ШІ-агентів формує агентний ШІ. За системного підходу, якщо вважати, що агентний ШІ — це система, то ШІ-агенти — це елементи такої системи. Агентний ШІ — багатоагентна система, кожен агент якої виконує певне завдання для досягнення загальної мети, а його функціонування координується в рамках оркестрації ШІ-агентами [15];

5) самовдосконалення та адаптація на сьогодні є важливими характеристиками ШІ-агентів, що проявляються у можливості таких агентів навчатися на власному досвіді, змінювати свою поведінку на основі зворотного зв'язку та постійно удосконалювати свої моделі для досягнення кращого результату.

Важливими аспектами ІСПР, ІСППР та агентного ШІ є вартість і тривалість процесів їхньої розробки, впровадження та забезпечення функціонування, а також ефективність від їх використання. Для ІСПР та ІСППР ці аспекти є достатньо вивчені та зрозумілі бізнесу, проте для ШІ таким аспектам притаманна висока невизначеність та відповідні ризики. Наразі для бізнесу ШІ є сворідною "чорною скринькою" — технологією, про можливості та потенціал якої активно говорять постійно і скрізь абсолютно усі, однак рідше конкретизують, які саме бізнес-завдання вона здатна ефективно розв'язувати у межах окремих компаній. Тому й виникає потреба в дослідженні проблеми впровадження агентного ШІ бізнесом, в рамках якої основне питання полягає у визначенні вартості розробки такого ШІ, яка залежить від складності проєкту, вимог до даних, можливостей інтеграції з існуючими системами компанії, вибору технології розробки, досвіду команди розробників тощо [16]. Діапазон вартості розробки ШІ-агентів та агентного ШІ є широким та залежить від конкретного ринку, країни. Найдешевшими рішеннями є прості агенти, які вирішують прості бізнес-завдання та побудовані з використанням стандартних можливостей різних платформ для розробки таких агентів. Найдорожчими будуть автономні багатоагентні системи, які використовують можливості технологій генеративного ШІ, обробки природної мови та машинного навчання, здатні міркувати та приймати рішення [16].

В загальному випадку виділяють чотири рівні складності ШІ агентів: 1) базові агенти використовуються для простої автоматизації та надають готові шаблонні відповіді із своєї бібліотеки; 2) агенти проміжного рівня містять технології розуміння природної мови та здатні вдосконалюватися у процесі взаємодії із користувачем; 3) просунуті агенти здатні до автономного виконання складних бізнес-завдань; 4) корпоративні агенти представляють собою системи найвищого рівня складності та автономності, рішення яких безпосередньо впливають на бізнес-результати (див. табл. 1) [16].

Таблиця 1. Рівні складності агентів штучного інтелекту

	Базові агенти ШІ	Проміжні агенти ШІ	Просунуті агенти ШІ	Корпоративні агенти ШІ
Короткий опис	Системи, які функціонують згідно наперед визначених правил типу «якщо-то» та використовуються для простої автоматизації.	Системи діють не лише за наперед визначеним сценарієм, але й намагаються бути «розумними». Використовуються моделі машинного навчання.	Здатні до автономного виконання складних завдань, вони «думають» наперед, плануючи багатоетапні процеси.	Системи найвищого рівня складності та автономності, які здатні самостійно приймати обґрунтовані рішення.
Основні можливості	Містить бібліотеку заздалегідь сформульованих відповідей. Збір даних є простим та здійснюється за допомогою стандартних форм. Обмежена інтеграція – з однією або двома системами (наприклад, сайт та електронна пошта).	Використовує моделі обробки природної мови (наприклад, GPT). Індивідуальне навчання за предметною областю користувача. Багатоканальна інтеграція з більше ніж двома системами компанії. Збереження контексту під час взаємодії із користувачем.	Автономне виконання робочого процесу. Розширена пам'ять: пам'ятає результати взаємодії до кількох тижнів. Одночасна взаємодія з великою кількістю систем компанії. Прогностичні здібності в контексті потреб користувачів. Розуміння того, коли доцільно залучати людину у процес прийняття рішення.	Повністю автономне прийняття рішень. Використання спеціальних моделей глибокого навчання, створених під конкретну проблему. Обробка великих потоків даних у режимі реального часу. Інтеграція з усіма системами компанії.
Приклади використання	Автоматизація поширених запитань (у вигляді чат-боту). Просте планування зустрічей.	Підтримка клієнтів із вирішенням простих проблем, яка не містить сценарію спілкування. Формулювання рекомендації в e-комерції на основі вподобань клієнтів.	Широка автоматизація системи продажів. Комплексне обслуговування клієнтів (наприклад, вирішення питань технічних несправностей, гарантійних претензій). Автоматизація управління запасами та вирішення оптимізаційних задач логістики. Виявлення шахрайських дій та моніторинг транзакцій у фінансовому секторі.	Діагностика в медицині. Прийняття майже миттєвих рішень в управлінні ризиками в різних сферах. Виявлення та запобігання шахрайським діям, моніторинг великої кількості транзакцій у фінансовому секторі в режимі реального часу. Оптимізація ланцюгів поставок.
Рівень агентності	Низький. Агент не може діяти самостійно за межами сценарію. Агентність обмежується виконанням запрограмованих (заданих наперед) реакцій/дій на вхідні запити користувачів.	Середній. Агент здатний навчатися на основі взаємодії та збереженого контенту в діалогах. Агент «розуміє» наміри користувача та адаптується до них.	Високий. Агент здатен автономно функціонувати згідно до сформульованої користувачем мети. Агент здатен самостійно планувати та виконувати послідовність складних завдань.	Максимальний. Агенту властива повна автономність. Агент здатен приймати рішення, результати яких можуть вплинути на функціонування усієї компанії.
Ступінь реалізації концепції агентного ШІ	Низький. Агент є мінімально автономним. Агент не формулює власної цілі, не навчається і не адаптується.	Середній. Розуміння намірів та адаптація до контексту. Агент здатен інтерпретувати запити, враховувати історію дій і покращувати свої дії на основі даних. Автономність і постановка власних цілей залишаються обмеженими.	Високий. Агент демонструє ключові ознаки агентності: автономне планування; орієнтування на досягнення мети, адаптивність, взаємодія із середовищем. Агент приймає рішення самостійно, залучаючи людину лише у деяких випадках.	Максимальний. Агент по суті є суб'єктом цифрового середовища, що формулює цілі та формує стратегію своєї поведінки, співпрацює з іншими агентами та/або системами, функціонує у режимі реального часу тощо.
Вартість розробки	5000 – 20000 дол. США	20000 – 50000 дол. США	50000 – 150000 дол. США	150000 – 300000 і більше дол. США
Термін розробки	4 – 8 тижнів	8 – 12 тижнів	3 – 6 місяців	6 – 12 місяців і більше

Джерело: побудовано автором на основі [16] із авторським доповненням про агентне ШІ.

Отже, рівні складності ШІ-агентів по суті визначають ступінь їхньої агентності, що проявляється, зокрема, в здатності діяти автономно, приймати рішення та виконувати багатоетапні завдання для досягнення поставленої мети. Можна припустити, що із зростанням рівня складності агентів та посилен-

ням їх взаємодії з іншими системами відбувається їхнє наближення до повної реалізації концепції агентного ШІ. Найдалі від прояву повної концепції агентного ШІ є базові агенти, найближче до прояву повної концепції агентного ШІ є корпоративні агенти (див. табл. 1).

Таблиця 2. Фактори вартості агентів штучного інтелекту

Фактори	ШІ-агенти			
	Базові агенти ШІ	Проміжні агенти ШІ	Просунуті агенти ШІ	Корпоративні агенти ШІ
Складність та функціональність	Вартість – низька. Рівень складності – низький. Функціональність – обмежена. Простий ШІ-агент, який відповідає на обмежену кількість стандартних запитань, виконує одне або кілька простих, чітко визначених завдань. Навчання та адаптація відсутні.	Вартість – помірна. Рівень складності – середній. Функціональність – розширена. ШІ-агент, який здатен виконати кілька взаємопов'язаних завдань середньої складності, використовують моделі обробки природної мови та машинного навчання, здатен до навчання на основі попереднього досвіду, підтримує контекст взаємодії.	Вартість – середня / помірно висока. Рівень складності – високий. Функціональність – широка. ШІ-агент, який здатен автономно планувати та виконувати складні багатетапні робочі процеси, працювати одночасно з кількома корпоративними системами, аналізувати великі обсяги даних і пропонувати оптимальні рішення.	Вартість – висока. Рівень складності – дуже високий. Функціональність – комплексна. Це критично важливі масштабні системи з високим рівнем автономності, які здатні працювати у складних динамічних середовищах, передбачати потреби, взаємодіяти з багатьма корпоративними системами в реальному часі тощо.
Вимоги до даних та їх наявність.	Дані – переважно структуровані та шаблонні. Джерела даних – переважно внутрішні бази даних. Модель не потребує глибокого навчання. Вимоги до якості даних – середні, головне – однозначність формулювань. Оцінка вартості підготовки даних – низька.	Дані – структуровані й напівструктуровані. Джерела даних – різноманітні. Моделі – моделі обробки природної мови та машинного навчання. Вимоги до якості даних – підвищені, важливі повнота та узгодженість. Оцінка вартості підготовки даних – помірно середня.	Дані – великий обсяг різних даних з різних джерел. Моделі – просунуті. Вимоги до якості даних – високі, важливі достовірність, відсутність упередженостей тощо. Оцінка вартості підготовки даних – висока.	Дані – великий обсяг даних різного типу з різних джерел, які отримуються в режимі реального часу. Моделі – просунуті. Вимоги до якості даних – дуже високі. Оцінка вартості підготовки даних – дуже висока.
Загальні кроки підготовки та роботи з даними для будь-яких ШІ агентів: 1) збір відповідних наборів даних з внутрішніх або зовнішніх джерел; 2) очищення та нормалізація даних: видалення розбіжностей та форматування даних для навчання моделей; 3) маркування даних: тегування та категоризація даних для ефективного навчання моделей; 4) забезпечення якості та валідація: забезпечення точності, узгодженості та повноти даних.				
Інтеграція з іншими системами	Тип інтеграції не залежить від типу складності ШІ-агента. В загальному випадку можна виділити такі типи інтеграції: 1) єдине з'єднання інтерфейсу прикладного програмування (Application Programming Interface – API); рівень складності інтеграції – низький; рівень витрат – низький; 2) кілька стандартних інтеграцій, в тому числі API-з'єднань; рівень складності інтеграції – середній; рівень витрат – середній; 3) інтеграція із застарілими корпоративними системами, багато з'єднань; рівень складності інтеграції – високий; рівень витрат – високий; 4) синхронізація даних у режимі реального часу; рівень складності інтеграції – дуже високий; рівень витрат – дуже високий.			
Рівень унікальності розробки	Рівень унікальності розробки не залежить від типу складності ШІ-агента. В загальному випадку можна виділити такі рівні унікальності розробки: 1) готове рішення. Найдешевший тип для будь-якого ШІ-агенту. Вирішуються шаблонні завдання, обмежені можливості, швидке впровадження; 2) напів-індивідуальна розробка. Використання шаблонних рішень з можливістю налаштування під потреби конкретного замовника; 3) розробка під замовлення (індивідуальне рішення). Найвищий рівень адаптації під конкретні потреби. Можливість вирішення унікальних бізнес-завдань. Більш тривале, дорожче та трудомістке впровадження та супроводження.			
Велика мовна модель, платформа, інфраструктура	Вибір великої мовної моделі (ВММ), платформи та інфраструктури однаковою мірою впливає на вартість створення та експлуатацію будь-якого ШІ-агента, його продуктивність, масштабованість та ефективність функціонування у довгостроковій перспективі. Різні постачальники ВММ пропонують моделі з різною вартістю tokenів та якістю відповідей, що зумовлює необхідність пошуку компромісного рішення, яке має балансувати між витратами та якістю результатів. Окрім того, витрати на використання ВММ можуть становити суттєву частину загальної вартості експлуатації системи, оскільки надмірна кількість звернень до ВММ значно підвищує експлуатаційні витрати ШІ-агента. Це робить оптимізацію взаємодії з ВММ одним із важливих завдань у проєктуванні агентних систем.			

Джерело: побудовано автором на основі [16] з авторським доповненням.

На вартість будь-якого агента штучного інтелекту впливають різні фактори, як наведені в табл. 2. Залежно від власних фінансових можливостей, масштабів бізнесу, бачення перспектив розвитку кожен бізнес може для себе обрати підходящий тип ШІ-агента. Очевидно, що найбільш обмежений в ресурсах малий бізнес схильний до вибору готових рішень ШІ-агентів, середній бізнес обирає ШІ-агенти з можливістю налаштування під

власні завдання, а великий бізнес має можливості провадити повноцінні розробки ШІ-агентів, створюючи мультиагентні системи та розбудовуючи фактично власні фабрики штучного інтелекту. Незалежно від розміру бізнесу та сфери діяльності, компаніям потрібно вже зараз задумуватися над впровадженням ШІ у свої процеси, дотримуючись, зокрема, таких рекомендацій [17]:

1) необхідно інвестувати в підвищення кваліфікації та перекваліфікацію своїх співробітників щодо отримання нових знань із сфери штучного інтелекту, опанування та розвиток навичків, які доповнюють ШІ, — креативність, критичне мислення, уміння вирішувати складні комплексні завдання тощо;

2) необхідно розробляти пілотні проєкти агентного ШІ в межах допустимих власних бюджетів для розуміння потенціалу цієї технології, визначення шляхів вдосконалення та розробки подальших планів впровадження ШІ тощо;

3) необхідно розпочати співпрацю з розробниками та дослідниками ШІ, що може полягати у партнерстві з науково-дослідними установами або стартапами у сфері ШІ для використання передових досягнень в обробці природної мови, машинного навчання, генеративного ШІ тощо;

4) необхідно розробити політики використання ШІ в компанії згідно вимог та нормативних документів, які регулюють діяльність компанії, із врахуванням аспектів конфіденційності даних, безпеки тощо.

На сьогодні бізнес, впроваджуючи технології ШІ у свою діяльність, може стати каталізатором економічного зростання, створюючи нові можливості для інновацій та подальшої цифрової трансформації. Водночас, з огляду на неоднозначність оцінок щодо екологічного впливу розвитку технологій штучного інтелекту, доцільним є орієнтування компаній на концепцію "Промисловість 5.0". В основі цієї концепції лежить синергійна взаємодія людини та машини, що реалізується з дотриманням принципів сталого розвитку (екологічної відповідальності та ефективного використання ресурсів). Технології ШІ виступають інструментом підвищення обґрунтованості управлінських рішень, формуючи передумови для нової парадигми взаємодії людини та машини, у якій провідними цінностями залишаються людський інтелект, емпатія, креативність і відповідальність.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У результаті проведеного дослідження встановлено, що цифрова трансформація є не просто впровадженням окремих технологій, а комплексним процесом системних змін, який охоплює оцифрування бізнес-процесів, трансформацію організаційної структури компанії, створення нових екосистем тощо. Основними драйверами цього процесу можна вважати ІСПР, ІСППР та ШІ.

ІСПР та ІСППР виступають фундаментом цифрової трансформації, дозволяючи автоматизувати складні управлінські процеси та підвищувати обґрунтованість рішень. Генеративний ШІ став інноваційним каталізатором, який змінив підхід до створення контенту та взаємодії з даними, ставши основою для нової хвилі технологічних рішень. Агентний ШІ став новою віхою розвитку технологій ШІ. ШІ-агенти, завдяки мультимодальності та здатності до автономного міркування, переходять від ролі

пасивних інструментів до статусу суб'єктів цифрового середовища, спроможних самостійно планувати та виконувати складні завдання для досягнення цілей.

Дослідження показало, що успішність впровадження систем штучного інтелекту залежить від рівня їхньої складності та супроводжується значними витратами, що зумовлені вимогами до якості даних, складністю інтеграції та необхідністю інвестицій у людський капітал.

В подальших наукових розвідках за напрямком статті доцільно зосередити на наступному: управління ризиками цифрової трансформації в контексті технологій ШІ; дослідження можливостей створення гібридних ІСПР з агентним ШІ; дослідження аспектів етико-правового регулювання технологій ШІ та безпеки їх використання; детальне вивчення механізмів оркестрації багатоагентних систем, де людина виступає не лише як оператор, а як повноцінний партнер у процесах прийняття рішень.

Література:

1. Цифрова трансформація освіти і науки. Міністерство освіти і науки. URL: <https://mon.gov.ua/tag/tsifrova-transformatsiya-osviti-i-nauki>
2. Цифрова трансформація — це розвиток вашого бізнесу. Школа бізнесу Нова Пошта. 23.04.2024. URL: <https://online.novaposhta.education/blog/cifrova-transformatsiya-ce-rozvitok-vashogo-biznesu>
3. Що таке цифрова трансформація. Colobridge. 05.01.2024. URL: <https://blog.colobridge.net/uk/2024/01/what-is-digital-transformation-ua/>
4. Getting digital transformation right in resource-heavy industries. McKinsey & Company. 02.12.2022. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/getting-digital-transformation-right-in-resource-heavy-industries>
5. Що таке цифровізація і навіщо вона потрібна? Xerox. URL: <https://www.xerox.com/uk-ua/services/insights/shcho-take-tsifrov-zats-ya-nav-shcho-vona-potr-bna>
6. What is digital transformation? RedHat. 16.03.2018. URL: <https://www.redhat.com/en/topics/digital-transformation/what-is-digital-transformation>
7. Digital Transformation. Boston Consulting Group (BCG). URL: <https://www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/digital-transformation/overview>
8. Bamberger S., Bock W., Farag H., Forth P., Green A., Kennedy D., Rodzko F. and Zuckerman N. Technology: The Engine of Digital Transformation. Boston Consulting Group (BCG). 22.02.2018. URL: <https://www.bcg.com/publications/2018/tmt-value-creators-report-2018-technology-engine-digital-transformation>
9. Ничкало Н.Г., Лук'янова Л.Б., Овчарук, О.В. Цифрова трансформація суспільства: європейський досвід, українські реалії. Освіта для цифрової трансформації суспільства / Edukacja dla cyfrowej transformacji społeczenstwa / Education for digital transformation of society: монографія. У 2 т. Т. 1; за наук. ред. В. Кременя, Н. Ничкало, Л. Лук'янової, Н. Лазаренко. Київ: ТОВ "Юрка Любченка", 2024. С. 74—98. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742488/>

10. Вітлінський В.В., Шарапов О.Д. Теорія інтелектуальних систем прийняття рішень моделювання та інформаційні системи в економіці: 36. наук. праць. — Київ: КНЕУ, 2008. — Вип. 78. — С. 58—69. https://kneu.edu.ua/ua/science_kneu/periodic/zb_mise/

11. Stryker C., Kavlakoglu E. What is artificial intelligence (AI)? IBM Think. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>

12. Stryker C., Scapicchio M. What is generative AI? IBM Think. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/generative-ai>

13. What are AI agents? Google Cloud. 12.04.2025. URL: <https://cloud.google.com/discover/what-are-ai-agents>

14. What are AI agents? IBM Think. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents>

15. What is agentic AI? IBM Think. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/agentic-ai>

16. Patel R. AI Agent Development Cost in 2025: Pricing, Factors, and Cost Breakdown. Space-O AI. 2025. URL: <https://www.spaceo.ai/blog/ai-agent-development-cost/>

17. The Economic Impact of Autonomous AI Agents: Projected GDP Contributions and Business Transformation. SuperAGI. URL: <https://superagi.com/the-economic-impact-of-autonomous-ai-agents-projected-gdp-contributions-and-business-transformation/>

18. Підвищуємо рівень розвитку цифрових державних послуг — Комітет з питань цифрової трансформації. Верховна Рада України. 24.09.2024 р. URL: https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/253877.html

19. UN E-Government Knowledgebase. United Nations. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data-Center>

References:

1. Ministry of Education and Science of Ukraine (2025), "Digital transformation of education and science", available at: <https://mon.gov.ua/tag/tsifrova-transformatsiya-osviti-i-nauki> (Accessed 25 Dec 2025).

2. Nova Poshta (2024), "Digital transformation is the development of your business", available at: <https://online.novaposhta.education/blog/cifrova-transformaciya-ce-rozvitok-vashogo-biznesu> (Accessed 25 Dec 2025).

3. Colobridge. (2024), "What is digital transformation?", available at: <https://blog.colobridge.net/uk/2024/01/what-is-digital-transformation-ua/> (Accessed 25 Dec 2025).

4. McKinsey & Company (2022), "Getting digital transformation right in resource-heavy industries", available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/getting-digital-transformation-right-in-resource-heavy-industries> (Accessed 25 Dec 2025).

5. Xerox (2025), "What is digitalization and why is it needed?", available at: <https://www.xerox.com/uk-ua/services/insights/shcho-take-tsifrov-zats-ya-nav-shcho-vona-potr-bna> (Accessed 25 Dec 2025).

6. RedHat (2018), "What is digital transformation?", available at: <https://www.redhat.com/en/topics/digital-transformation/what-is-digital-transformation> (Accessed 25 Dec 2025).

7. Boston Consulting Group (BCG) (2025), "Digital Transformation", available at: <https://www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/digital-transformation/overview> (Accessed 25 Dec 2025).

8. Bamberger, S., Bock, W., Farag, H., Forth, P., Green, A., Kennedy, D., Rodzko, F. and Zuckerman, N. (2018), "Technology: The Engine of Digital Transformation", Boston Consulting Group (BCG), available at: <https://www.bcg.com/publications/2018/tmt-value-creators-report-2018-technology-engine-digital-transformation> (Accessed 25 Dec 2025).

9. Nychkalo, N.H., Luk'ianova, L.B. and Ovcharuk" O.V. (2024), "Digital transformation of society: European experience, Ukrainian realities", *Osvita dlia tsyfrovoyi transformatsii suspil'stva* [Education for digital transformation of society], vol. 1; TOV "Yurka Liubchenka", Kyiv, Ukraine, pp. 74—98 available at: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742488/> (Accessed 25 Dec 2025).

10. Vitlins'kyj, V.V. and Sharapov, O.D. (2008), "Theory of intelligent decision-making systems, modeling and information systems in economics", *Modeliuvannia ta informatsijni systemy v ekonomitsi*, vol. 78, pp. 58—69. https://kneu.edu.ua/ua/science_kneu/periodic/zb_mise/ (Accessed 25 Dec 2025).

11. Stryker, C. and Kavlakoglu, E. (2025), "What is artificial intelligence (AI)?", IBM Think, IBM, available at: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence> (Accessed 25 Dec 2025).

12. Stryker, C. and Scapicchio, M. (2025), "What is generative AI?", IBM Think, IBM, available at: <https://www.ibm.com/think/topics/generative-ai> (Accessed 25 Dec 2025).

13. Google Cloud (2025), "What are AI agents?", available at: <https://cloud.google.com/discover/what-are-ai-agents> (Accessed 25 Dec 2025).

14. IBM Think. IBM (2025), "What are AI agents?", available at: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents> (Accessed 25 Dec 2025).

15. IBM Think. IBM (2025), "What is agentic AI?", available at: <https://www.ibm.com/think/topics/agentic-ai> (Accessed 25 Dec 2025).

16. Patel, R. (2025), "AI Agent Development Cost in 2025: Pricing, Factors, and Cost Breakdown", Space-O AI, available at: <https://www.spaceo.ai/blog/ai-agent-development-cost/> (Accessed 25 Dec 2025).

17. SuperAGI (2025), "The Economic Impact of Autonomous AI Agents: Projected GDP Contributions and Business Transformation", available at: <https://superagi.com/the-economic-impact-of-autonomous-ai-agents-projected-gdp-contributions-and-business-transformation/> (Accessed 25 Dec 2025).

18. Verkhovna Rada of Ukraine (2024), "We are increasing the level of development of digital public services", available at: https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/253877.html (Accessed 25 Dec 2025).

19. United Nations (2025), "UN E-Government Knowledgebase", available at: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data-Center> (Accessed 25 Dec 2025).

Стаття надійшла до редакції 04.01.2026 р.