

УДК 004.8

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2025.1.31>

Сергій СТАСЕВИЧ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності,
Національний університет «Львівська політехніка», serhiy.p.stasevych@lpnu.ua
ORCID: 0000-0002-9985-9485

Олена ГОЛОДОВСЬКА

кандидат технічних наук,
асистент кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності
Національний університет «Львівська політехніка», olena.y.holodovska@lpnu.ua
ORCID: 0000-0003-2774-3931

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ІСТОРІЯ ТА СТАНОВЛЕННЯ

Анотація. Стаття присвячена використанню штучного інтелекту у різних галузях економіки країни. Розглянуто історію виникнення терміну «штучний інтелект» і впровадження його у науковий обіг у дослідженнях, спрямованих на створення інтелектуальних машин. Ініціатором проведення наукового заходу, присвяченого проблемам створення інтелектуальних машин, став Джон Маккарті (доцент математики в Дартмутському коледжі). У 1956 році в м. Дартмут відбувся знаковий семінар, де десятеро науковців у галузі математики та комп'ютерних наук зібралися для обговорення можливості створення електронних обчислювальних машин, здатних навчатися, розв'язувати завдання та демонструвати інші форми інтелекту.

Мета роботи. Проведено аналіз різних видів штучного інтелекту, які використовуються у сучасних галузях економіки: аналітичний, функціональний, інтерактивний, текстовий та візуальний. Для вирішення реальних проблем у різних галузях економіки та суспільного життя і побудови моделі на основі штучного інтелекту використовуються різні технології та алгоритми. Наведено переваги і недоліки використання штучного інтелекту в промисловості.

Методологія. Основною метою використання штучного інтелекту є намагання навчити комп'ютери і машини виконувати когнітивні функції мозку людини – здатність розуміти, пізнавати, вивчати, усвідомлювати, сприймати і переробляти зовнішню інформацію, і наслідок надати їм таких функцій людини, як вирішення проблем, прийняття рішень, сприйняття та розуміння людського спілкування.

Наукова новизна. Проведено аналіз історії виникнення, розвитку та застосування штучного інтелекту на сучасному етапі розвитку світової економіки.

Висновки. Штучний інтелект вже використовується у різних галузях економічного та суспільного життя держави і продовжує надалі активно розвиватися, завойовуючи все більше процесів у сфері застосування: виробничі процеси, сільське господарство, охорона навколишнього середовища, медицина, соціальні відносини, безпека та охорона.

Ключові слова: штучний інтелект, четверта промислова революція, Industry 4.0, Індустрія 4.0, промислові революції, Дартмутський семінар.

Serhiy STASEVYCH, Olena HOLODOVSKA. ARTIFICIAL INTELLIGENCE: HISTORY AND FORMATION

Abstract. The article is devoted to the use of artificial intelligence in various sectors of the country's economy. The history of the emergence of the term «artificial intelligence» and its introduction into scientific circulation in research aimed at creating intelligent machines is considered. The initiator of the scientific event dedicated to the problems of creating intelligent machines was John McCarthy (associate professor of mathematics at Dartmouth College). In 1956, a landmark seminar was held in Dartmouth, where ten scientists in the field of mathematics and computer science gathered to discuss the possibility of creating electronic computing machines capable of learning, solving problems, and demonstrating other forms of intelligence.

The purpose of the work. An analysis of various types of artificial intelligence used in modern sectors of the economy is carried out: analytical, functional, interactive, textual and visual. To solve real problems in various sectors of the economy and social life and build a model based on artificial intelligence, various technologies and algorithms are used. The advantages and disadvantages of using artificial intelligence in industry are presented.

Methodology. The main goal of using artificial intelligence is to try to teach computers and machines to perform the cognitive functions of the human brain – the ability to understand, learn, study, realize, perceive and process external information, and as a result, to provide them with such human functions as problem solving, decision-making, perception and understanding of human communication.

Scientific novelty. An analysis of the history of the emergence, development and application of artificial intelligence at the current stage of development of the world economy is carried out.

Conclusions. Artificial intelligence is already used in various sectors of the economic and social life of the state and continues to actively develop further, conquering more and more processes in the field of application: production processes, agriculture, environmental protection, medicine, social relations, safety and security.

Key words: artificial intelligence, fourth industrial revolution, Industry 4.0, Industry 4.0, industrial revolutions, Dartmouth Seminar.

Постановка проблеми. Штучний інтелект (artificial intelligence, AI) – це набір алгоритмів, щоб навчити комп'ютер чи програмне забезпечення мислити аналогічно людському мозку. Цього можна досягти вивченням роботи людського мозку та аналізу когнітивних процесів людини. Результатом таких досліджень є розробка інтелектуального програмного забезпечення.

Штучний інтелект фактично означає машини, які можуть виконувати завдання, які зазвичай вимагають людського інтелекту, наприклад візуальне сприйняття, розпізнавання мовлення, прийняття рішень і переклад мови, тоді як машинне навчання відноситься до підмножини штучного інтелекту, яка передбачає здатність машин більше навчатися на даних, ніж програмувати їх для виконання конкретних завдань.

Штучний інтелект – це інноваційна галузь, яка займається створенням розумних машин, здатних виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту. Розробки у цій галузі ставлять за мету зробити комп'ютери розумними та інтелектуальними, надавши їм здатність мислити та користуватися комп'ютерними програмами чи машинами, аналогічно як мислить та функціонує людина.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологія штучного інтелекту є провідною технологією епохи Четвертої промислової революції [4] (англ. The Fourth Industrial Revolution – Industry 4.0), яка здатна моделювати людську поведінку та інтелект у машинах і системах. Моделювання з використанням штучного інтелекту є основою до побудови автоматизованих, інтелектуальних та розумних систем відповідно до потреб сьогодення.

Ключові технологічні революції в історії людства, такі як винайдення парової машини, перехід до електрики, стрімкий розвиток обчислювальної техніки та електроніки, поява Інтернету та Big Data, стали рушійною силою для появи новітніх технологій і започаткували новий етап суспільного розвитку. Ці революційні зміни призвели до підвищення продуктивності праці, зростання добробуту працівників і прискоренню урбанізації, спричинили значні зміни в структурі та організації виробництва.

Прогрес людства зупинити неможливо. Виробництво, енергія та інформація – ось ключові галузі, що кардинально змінюють людство, вже вчетверте. Революція – це процес, який забезпечує зміну принципів виробництва за рахунок появи нових джерел енергії та інформаційного стрибка. Усе це тягне за собою зміни в культурі та способі життя людей.

Перша промислова революція (індустріальна, друга половина XVIII ст. – перша половина XIX ст.) [7] характеризувалася створенням парової машини та виробництвом чавуну, і переходом від ручного, ремісничо-мануфактурного й доморобного до великого машинного фабрично-заводського виробництва. Наслідком першої промислової революції стала мережа залізниць, яка вкрила кожен розвинуту країну. Розповсюдження друкарського верстату назавжди змінило інформаційне поле у засобах масової інформації та сфері освіти.

Друга промислова революція (технологічна, революція в транспорті та зв'язку, друга половина XIX ст. – початок XX ст.) [7], яка включала низку розробок у хімічній, електротехнічній, нафтовій та сталеливарній промисловості, запровадження електрифікації як нового джерела енергії, впровадження конвеєрного виробництва, поширення залізниць, телеграфу та трансокеанського пароплавства зі сталевими корпусами кораблів.

У другій промисловій революції закріплюється використання нових джерел сировини та енергії, особливо електроенергії, і все більше використовується нафта. У перші десятиліття двадцятого століття революція у зв'язку та на транспорті посилилася з поширенням автомобільної та аеронавігаційної промисловості, а також телефонії та радіопередач [7].

У той час як перша революція була заснована на залізі та паровій енергії з вугілля, то друга – була заснована на електриці та сталі, забезпечуючи відповідні розробки в галузі зв'язку, хімії та використання нафти.

Конвеєр зробив виробництво масовим, електрика та нафта стали новим етапом у виробництві та споживанні енергії, а телеграф, радіо та телебачення змінили швидкість розповсюдження інформації. Почало розвиватися *суспільство споживання*, яке стало споживачем виробленого масового продукту, як матеріального, так і інформаційного.

Третя промислова революція (інформаційна, почалася в 1970-х роках) [1] характеризується автоматизацією виробництва за допомогою комп'ютерної техніки та впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій, повсюдним переходом від аналогових технологій до цифрових у всіх галузях економіки.

Що ж приходить на цьому етапі на зміну в галузях суспільного життя? Розглянемо всі три складові революції – виробництво, енергія та інформація.

Виробництво. Виробництво товарів споживання все більше йде до спрощення та автоматизації (почасти і роботизації) процесу. Перенасичення ринку масовими товарами споживання спонукає людей

до пошуку і виготовлення унікального та персоналізованого продукту. Відбувається різкий поворот розвинутих країн до пропагування і розвитку *суспільства споживання*.

Енергія. Викопне традиційне паливо (нафта та газ) поступається місцем відновлювальній енергії. Розвиток альтернативної енергетики за останні 20 років вражає. Джеремі Ріфкін (Jeremy Rifkin, американський економіст, соціолог і публіцист), який вивчає енергетичний аспект постіндустріального світу, ще у 2011 році виділив п'ять основних ознак третьої промислової революції в енергетичній сфері [8]: а) відновлювальна енергетика; б) споруди, які самостійно генерують енергію у місці її споживання; в) водневі (Hydrogenium) технології та технології для зберігання енергії; г) smart grid (так званий "інтелектуальний енергетичний інтернет" (надлишок згенерованої енергії віддається в енергомережу); д) використання електромобілів із заряджанням з енергомережі.

Інформація. Ця складова характеризується єдиним словом: Інтернет. Більшість людей до цього була в першу чергу споживачем інформації, але всесвітня мережа створила умови, коли кожен може спробувати себе у ролі творця і розповсюджувача довільного контенту за принципом "будь-де, будь-коли і завжди".

Четверта промислова революція (цифрова, почалася із середини минулого століття) спирається на третю, триває цифровізації в усіх сферах життя. Клаус Шваб (Klaus Schwab, швейцарський економіст, засновник і президент Всесвітнього економічного форуму в Давосі) у 2015 році написав [11]: «Технології зливаються, і кордони матеріального, цифрового і біологічного світів стираються».

Четверта промислова революція [4] – поняття, що означає розвиток і злиття автоматизованого виробництва, обміну даних і виробничих технологій в єдину саморегульовану систему, з як найменшим або взагалі відсутнім втручанням людини у виробничий процес.

Вперше термін «Industry 4.0» [5] був представлений у квітні 2011 року на Ганноверському ярмарку трьома представниками бізнесу, політики та науки Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas, Wolfgang Wahlster, які виступили з ініціативою підвищення конкурентоздатності німецької економіки.

Клаус Шваб визначив термін «Industry 4.0» [11] як «збірне поняття для технологій і концепцій організації ланцюжка створення додаткової вартості» із використанням кіберфізичних систем, Інтернету речей, Інтернету послуг, Розумних заводів [2].

Постановка завдання. Метою статті є історія виникнення і становлення технологій штучного інтелекту, аналіз моделей ШІ, які використовуються у різних сферах економічного та суспільного життя держави.

Виклад основного матеріалу. Четверта промислова революція передбачає швидкі зміни в технологіях, галузях, соціальних моделях і процесах, інтеграцію новітніх технологій у виробництво, розмиття меж між різними сферами людської діяльності.

За десятиліття, що минуло від проголошення початку епохи «Industry 4.0», можна коротко визначити основні технології четвертої промислової революції [3]:

- *Штучний інтелект*, як одна з ключових технологій в радикальній трансформації економіки, суспільства і ринку праці.

- *Технологія Інтернету речей* встановила міцний зв'язок між фізичним та цифровим світом, зробила революцію в багатьох галузях суспільного життя.

- *Автоматична ідентифікація та захоплення даних (AI3Д)* відноситься до методів автоматичної ідентифікації об'єктів, збору даних про них та введення їх безпосередньо в комп'ютерні системи без участі людини. Технології AI3Д включають QR-коди, штрих-коди, радіочастотна ідентифікація (RFID, radio frequency identification), біометричні дані (наприклад, райдужна оболонка та система розпізнавання обличчя), магнітні смуги, оптичне розпізнавання символів (OCR), смарт-карти та розпізнавання голосу. AI3Д також називають «автоматичною ідентифікацією» та «автоматичним захопленням даних».

- *Колаборативні роботи (кобот)* – роботи, спеціально розроблені для фізичної взаємодії з людьми для спільної роботи у створенні або виробництві різних продуктів.

- *Доповнена й віртуальна реальність* – технології, які об'єднують реальний світ з цифровим, створюють реалістичні зображення, звуки та інші образи, здатні перенести користувача прямо в центр захопливого вигаданого світу.

- *Великі дані* – технології Індустрії 4.0 дозволяють перетворювати дані в інформацію. Великі дані дозволяють управляти потужним потоком інформації і інтерпретувати це в цілях бізнесу.

- *3D і 4D друк* – ця технологія набуває все більшого значення в дизайні, архітектурі, інженерії та інших сферах. 3D-друк робить виробництво доступним для більшої кількості людей, ніж будь-коли раніше. Це, в першу чергу, пов'язано з відносно малою ціною 3D-принтера, невеликими розмірами принтерів у порівнянні з традиційним виробництвом. Розробка прототипів товару або продуктів для продажу відбувається швидко, точно і економічно за допомогою використання 3D- і 4D-друку.

Штучний інтелект є базовим елементом Четвертої промислової революції і ключовим рушієм впровадження інновацій у різних галузях економіки та суспільного життя, запровадження трансформаційних змін у світовій економіці, радикально впливаючи на структуру ринку, форми зайнятості, продуктивність та конкурентоспроможність. Штучний інтелект трансформує сучасний світ через автоматизацію, оптимізацію процесів і впровадження нових технологічних рішень.

Здатність штучного інтелекту до самонавчання, аналізу великих обсягів даних і автономного прийняття рішень дозволяє істотно підвищувати ефективність у різних сферах економічної діяльності.

Історія виникнення терміну «штучний інтелект»

У серпні 1955 року Джон Маккарті (John McCarthy) (на той час доцент математики в Дартмутському коледжі) використав термін «штучний інтелект» у своїй заявці на отримання гранту для проведення літнього дослідницького проекту в Дартмуті (Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence) [6]. Цей проект мав на меті зібрати провідних науковців для обговорення можливостей створення машин, здатних мислити та вирішувати складні завдання, як це роблять люди.

У заявці на грант сказано: «Ми пропонуємо провести двомісячне дослідження штучного інтелекту за участю 10 осіб протягом літа 1956 року в Дартмутському коледжі в Ганновері, Нью-Гемпшир. Дослідження має продовжуватися на основі гіпотези про те, що кожен аспект навчання або будь-яка інша особливість інтелекту в принципі може бути описана настільки точно, що може бути створена машина для його моделювання. Буде зроблено спробу знайти, як змусити машини використовувати мову, формувати абстракції та поняття, вирішувати проблеми, які зараз резервовані для людей, і самовдосконалюватися. Ми вважаємо, що можна досягти значного прогресу в одній чи кількох із цих проблем, якщо ретельно відібрана група вчених попрацює над нею разом протягом літа» [6].

Цю заявку на проведення семінару профінансував Фонд Рокфеллера (The Rockefeller Foundation). Саме на цьому семінарі в 1956 році термін «штучний інтелект» був офіційно введений в науковий обіг та став загальноприйнятим для позначення напряму досліджень, спрямованих на створення інтелектуальних машин.

Джон Маккарті запропонував використовувати термін «штучний інтелект», щоб відмежувати цю галузь досліджень від вже відомої кібернетики. Він хотів підкреслити, що ШІ має справу не просто з автоматизацією, а зі створенням машин, які здатні мислити та вирішувати завдання, що потребують інтелекту.

На Дартмутському семінарі Маккарті та його колеги обговорили шляхи створення машин, здатних до навчання, розв'язання задач та інших видів інтелектуальної діяльності. Хоча на той час ШІ знаходився на ранній стадії розвитку, саме цей семінар заклав фундамент для подальших досліджень у цій галузі.

На семінарі були визначені деякі аспекти використання штучного інтелекту.

1. *Автоматичні ЕОМ – Automatic Computers.* Швидкості та об'єму пам'яті сучасних комп'ютерів може бути недостатньо для імітації багатьох вищих функцій людського мозку, але головною перешкодою є не брак машинних можливостей, а наша нездатність писати програми, використовуючи всі можливості, які ми маємо.

2. *Як можна запрограмувати комп'ютер на використання мови – How Can a Computer be Programmed to Use a Language.* Значна частина людської думки складається з маніпулювання словами відповідно до правил міркування та правил припущень. З цієї точки зору формування узагальнення складається з прийняття нового слова та деяких правил, згідно з якими речення, що його містять, означають і мають на увазі інші.

3. *Нейронні мережі – Neuron Nets.* Як набір гіпотетичних нейронів можна організувати так, щоб формувати поняття.

4. *Теорія визначення тривалості розрахунку – Theory of the Size of a Calculation.* Потрібен якийсь критерій визначення ефективності розрахунку. Для визначення ефективності обчислень необхідно мати під рукою метод вимірювання складності обчислювальних пристроїв.

5. *Самовдосконалення – Self-improvement.* Справді розумна машина виконуватиме діяльність, яку найкраще можна описати як самовдосконалення.

6. *Абстракції – Abstractions.* Потрібно класифікувати абстракції і описати машинні методи формування абстракцій із сенсорних та інших даних.

7. *Випадковість і творчість – Randomness and Creativity.* Різниця між творчим мисленням і уявним компетентним мисленням полягає в додаванні певної випадковості. Щоб бути ефективною, випадковість повинна керуватися інтуїцією. Іншими словами, обґрунтована здогадка чи передчуття включають контрольовану випадковість у впорядковане мислене.

У семінарі взяли участь 10 вчених, які працювали в галузі математики та обчислювальної техніки: Джон Маккарті (John McCarthy, Dartmouth College); Марвін Мінські (Marvin Minsky, Harvard University); Клод Шеннон (Claude Shannon, Bell Telephone Laboratories); Натаніель Рочестер (N. Rochester, I.B.M. Corporation); Артур Самюель (Arthur Samuel, I.B.M. Corporation); Аллен Ньюелл (Allen Newell, Carnegie Institute of Technology); Герберт Саймон (Herbert A. Simon, Carnegie Institute of Technology); Тренчард Мур (Trenchard More, Princeton University); Рей Соломонов (Raymond J. Solomonoff, Massachusetts Institute of Technology); Олівер Селфрідж (Oliver G. Selfridge, Massachusetts Institute of Technology).

Сфера використання штучного інтелекту у різних галузях величезна. Розглянемо потенційні методи вирішення реальних проблем, де результати використовуються для створення автоматизованих, інтелектуальних і розумних систем у різних галузях економіки та сферах суспільного життя.

Для побудови моделі на основі штучного інтелекту використовуються різні ключові технології та методи ШІ [10]: машинне навчання; нейронні мережі та глибоке навчання; видобування даних, виявлення знань та розширена аналітика; моделювання на основі правил та прийняття рішень; підхід на основі нечіткої логіки; представлення знань, міркування про невизначеність та моделювання експертних систем; міркування на основі прецедентів; видобування тексту та обробка природної мови; візуальна аналітика, комп'ютерний зір та розпізнавання образів; гібридизація, пошук та оптимізація.

Ці методи відіграють важливу роль у розробці інтелектуальних і розумних систем у різних галузях економіки та суспільного життя, такі як бізнес, промисловість, фінанси, охорона здоров'я, сільське господарство, розумні міста, кібербезпека та багато інших.

Епоха четвертої промислової революції представляє нову еру інновацій у технологіях, керованих штучним інтелектом для збирання даних з наступною їх інтерпретацією. Глобальна мережа Інтернет та мобільний Інтернет у мережі 4G започаткували третю промислову революцію. То тепер технології штучного інтелекту використовуються в Industry 4.0 для автоматизації промислових технологій та обміну даними в режимі реального часу, яка включає кіберфізичні системи, Інтернет речей, хмарні обчислення та когнітивні обчислення, розвиток розумної фабрики.

Для вирішення різних реальних проблем можуть застосовуватися різні типи штучного інтелекту: *аналітичний, функціональний, інтерактивний, текстовий і візуальний ШІ*.

Розробка ефективної моделі штучного інтелекту є складною задачею через її динамічний характер і варіації проблем і даних реального світу. Тому розглянемо основні характеристики різних типів штучного інтелекту [9]:

Аналітичний ШІ займається процесом ідентифікації, інтерпретації та передачі значущих закономірностей даних. Він спрямований виявлення нових ідей, закономірностей і взаємозв'язків або залежностей у даних та допомогу в прийнятті рішень на основі даних. Отже, у сфері сучасного бізнес-аналізу він стає ключовою частиною ШІ, яка може надавати інформацію підприємству та генерувати пропозиції або рекомендації завдяки своїм можливостям аналітичної обробки.

Функціональний ШІ працює подібно до аналітичного ШІ, оскільки він також досліджує величезні обсяги даних для виявлення закономірностей та залежностей. Однак, функціональний ШІ виконує дії, але не надає рекомендації до дій.

Інтерактивний ШІ забезпечує ефективну та інтерактивну автоматизацію комунікації в багатьох аспектах нашого повсякденного життя, особливо в комерційній сфері, наприклад, для створення чат-ботів та розумних персональних помічників.

Текстовий ШІ охоплює текстову аналітику або обробку природної мови, завдяки чому споживачі можуть користуватися можливостями розпізнавання тексту, перетворення мовлення на текст, машинного перекладу, а також можливостями генерації контенту.

Візуальний ШІ здатний розпізнавати, класифікувати та сортувати елементи, а також перетворювати зображення та відео на інформацію. Цей вид штучного інтелекту часто використовується в таких сферах, як комп'ютерний зір і доповнена реальність.

Виходячи із характеристик технологій штучного інтелекту можна виділити три важливі аспекти до застосування ШІ: автоматизація, інтелектуальні обчислення, розумні обчислення.

Автоматизація охоплює широкий спектр технологій, що зменшують взаємодію людини в операціях. Автоматизацію можна охарактеризувати як розробку та впровадження технологій для виробництва та доставки продуктів і послуг з метою підвищення ефективності, надійності та швидкості виконання різних робіт. Технологія штучного інтелекту має потенціал для автоматизації практично будь-якої галузі та кожної людини на планеті.

Інтелектуальні обчислення – це обробка інформації, інтелектуальний аналіз даних і виявлення знань, машинне навчання, розпізнавання образів, обробку сигналів, обробку природної мови, нечіткі системи, представлення знань і міркування. Інтелектуальні обчислення – це здатності комп'ютера або

інформаційної системи отримувати ідеї або корисні знання з даних або експериментальних спостережень, або вивчати конкретне завдання.

Розумні обчислення використовуються як технологія самоконтролю, аналізу та звітності в розумних обчисленнях. Технологію розумних обчислень можна розглядати як наступне покоління комп'ютерів, яке використовується для створення чогось самосвідомого, тобто щось, що може відчувати діяльність свого оточення, обробляти зібрані дані, виконувати певну аналітику та надавати найкращі рішення, а також прогнозувати майбутні ризики та виклики.

Переваги використання ШІ в промисловості

Підвищення ефективності та продуктивності: автоматизація процесів та оптимізація виробництва дозволяють підприємствам підвищувати ефективність та продуктивність своєї роботи.

Зниження витрат: оптимізація виробництва, логістики та енергоспоживання дозволяє підприємствам знижувати свої витрати.

Підвищення якості продукції: автоматичний контроль якості та виявлення дефектів на ранніх стадіях виробництва дозволяють підприємствам підвищувати якість своєї продукції.

Покращення безпеки праці: виявлення небезпечних ситуацій та автоматичне блокування обладнання дозволяють підприємствам покращувати безпеку праці на виробництві.

Недоліки використання ШІ в промисловості

Висока вартість впровадження: впровадження ШІ в промисловості може потребувати значних інвестицій у обладнання, програмне забезпечення та навчання персоналу.

Необхідність кваліфікованих кадрів: для роботи з ШІ-системами потрібні кваліфіковані кадри, які мають знання та навички в галузі штучного інтелекту.

Етичні питання: використання ШІ в промисловості може викликати етичні питання, такі як скорочення робочих місць та відповідальність за рішення, прийняті ШІ-системами.

Незважаючи на існуючі виклики, штучний інтелект вже сьогодні відіграє важливу роль у промисловості, допомагаючи підприємствам ставати більш ефективними, конкурентоспроможними та безпечними. З розвитком технологій, роль ШІ в промисловості буде тільки зростати.

Висновки. Штучний інтелект вже проник у багато сфер нашого життя і продовжує активно розвиватися, знаходячи застосування у найрізноманітніших галузях економіки держави. Ось деякі з них.

Автоматизація виробничих процесів для підвищення їх ефективності та зниження витрат, контроль якості продукції на ранніх стадіях виробництва, прогнозування поломок обладнання для його своєчасного обслуговування, управління маршрутами доставки комплектуючих та товарів, прогнозуючи попит та оптимізуючи їх доставку.

У сільському господарстві для оптимізації поливу, внесення добрив та захисту рослин від шкідників, автоматизації збирання врожаю, прогнозування врожайності сільськогосподарських культур. В енергетиці для оптимізації енергоспоживання споживачами, виробництва енергії з відновлюваних джерел та управління енергетичними мережами.

Охорона навколишнього середовища – моніторинг стану навколишнього середовища (повітря, води та ґрунту), прогнозування стихійних лих, розробка нових екологічно чистих технологій. Допомагає вченим аналізувати великі обсяги даних та виявляти закономірності, які можуть бути непомітними для людини, моделювання складних процесів, таких як зміна клімату або розвиток епідемій, відкриття нових матеріалів з унікальними властивостями. Безпілотні транспортні засоби, оптимізація роботи світлофорів для зменшення заторів, виявлення небезпечного водіння та запобігання дорожньо-транспортним пригодам.

Діагностика захворювань у медицині, аналіз медичних зображення та даних пацієнтів, розробка нових лікарських засобів, в хірургічних діях для підвищення точності та мінімізації інвазивності операцій.

Безпека та охорона – розпізнавання обличчя у системах відеоспостереження та контролю доступу, виявлення загроз безпеці в аеропортах, на вокзалах та інших громадських місцях, захист комп'ютерних системи від кібератак, боротьба з фейками та дезінформацією в інтернеті.

Список використаних джерел:

1. Duarte A.Y.S, Sanches R. A., Dedini F. G. Assessment and technological forecasting in the textile industry: From first industrial revolution to the industry 4.0. *Strategic Design Research Journal*. 2018. 11(3), 193–202.
2. Hermann M., Pentek T., Otto B. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. 2015. URL: https://web.archive.org/web/20160207204432/http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf (дата звернення: 17.04.2025).
3. Idcard. *Why is the Fourth Industrial Revolution so important? Understanding Industry 4.0 technologies*. 2021. URL: <https://idcard.com.ua/ua/blog/why-is-the-fourth-industrial-revolution-so-important/> (дата звернення: 17.04.2025).

4. Kagermann H., Lukas W.-D., Wahlster W. *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution*. 2011. URL: <http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution> (дата звернення: 17.04.2025).
5. Maynard A. D. Navigating the fourth industrial revolution. *Nature Nanotechnology*. 2015. 10(12), 1005–1006.
6. McCarthy J. *A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence*. University of Leeds. 1996. URL: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html> (дата звернення: 17.04.2025).
7. Ortiz J. H. (Ed.). *Industry 4.0 – Current Status and Future Trends*. IntechOpen. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.86000>.
8. Rifkin J. *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*. Palgrave Macmillan, London. 2011. 5–15.
9. Russell S., Norvig P. *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed., Global ed.). Foundations. 2021. 19(23).
10. Sarker I. H. AI-Based Modeling: Techniques, Applications and Research Issues Towards Automation, Intelligent and Smart Systems. *SN Computer Science*. 2022. 3(158). DOI: <https://doi.org/10.1007/s42979-022-01043-x> (дата звернення: 17.04.2025).
11. Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution. What It Means and How to Respond*. 2015. URL: <https://www.foreignaffairs.com/world/fourth-industrial-revolution> (дата звернення: 17.04.2025).