

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	- 5
ПЕРЕДМОВА	- 8
РОЗДІЛ 1. ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО	- 9
1.1. Основні аспекти транспорту	- 9
1.2. Історія розвитку транспортних систем	- 10
РОЗДІЛ 2. ОНОВНІ ПОНЯТТЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	- 13
2.1. Штучний інтелект. Основні поняття та означення	- 13
2.2. Історія штучного інтелекту	- 16
2.3. Майбутнє штучного інтелекту	- 24
РОЗДІЛ 3. СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	- 28
3.1. Що розуміється під системами штучного інтелекту	- 28
3.2. Підходи до вивчення і створення систем штучного інтелекту	- 30
3.3. Напрямки штучного інтелекту	- 32
3.3.1. Проблеми і шляхи вирішення	- 32
3.3.2. Напрямки в дослідженнях систем штучного інтелекту	- 41
3.3.3. Моделювання інтелектуальних процесів	- 43
3.4. Моделі нейрона та нейронних мереж	- 44
3.4.1. Моделювання роботи нейрона	- 44
3.4.2. Нейронна мережа перцептрон	- 62
3.4.3. Нейронні мережі Хопфілда і Хеммінга	- 84
3.4.4. Нейронні мережі когнітрон і неокогнітрон	- 94
РОЗДІЛ 4. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	- 106
4.1 Класичні теорії штучного інтелекту	- 106
4.1.1. Генетичний алгоритм	- 106
4.1.2. Етапи виконання класичного генетичного алгоритму	- 116
4.1.3. Ланцюги Маркова	- 119
4.1.4. Алгоритм мурахи	- 130
4.1.5. Алгоритм імітації відпалу	- 139
4.2. Представлення та використання знань у системах штучного інтелекту	- 144
4.2.1. Представлення знань	- 144
4.2.2. Експертні системи	- 150
4.2.3. Класифікація експертних систем	- 158
4.2.4. Сфера застосування та перспективи розвитку експертних систем	- 161
4.2.5. Експертні системи, які засновані на правилах. Правила як процедурні знання	- 165
4.3. Системи підтримки прийняття рішень	- 168
4.3.1. Поняття «рішення». Управлінські рішення	- 168

4.3.2. Принцип комп'ютерної підтримки прийняття рішень. Етапи процесу прийняття рішення	- 180
4.3.3. Базові компоненти систем підтримки прийняття рішень	- 184
4.4. Класифікація систем підтримки прийняття рішень	- 197
4.5. Засоби штучного інтелекту в системах прийняття рішень	- 203
4.5.1. Базові засоби штучного інтелекту та їх застосування в системах обробки інформації	- 203
4.5.2. Засоби машинної імітації в системах прийняття рішень	- 210
РОЗДІЛ 5. НЕЙРОМЕРЕЖНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І НЕЧІТКІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	- 217
5.1. Нейромережне моделювання	- 217
5.2. Моделі знань на основі нечіткої логіки	- 226
5.3. Принципи використання нечіткої логіки у системах управління	- 228
5.4. Створення нечіткої логічної системи управління	- 230
5.5. Практична реалізація нечітких систем управління	- 233
РОЗДІЛ 6. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ТРАНСПОРТНОМУ БУДІВНИЦТВІ	- 239
6.1. Чи можливо використовувати штучний інтелект у транспортному будівництві	- 239
6.2. Переваги і недоліки використання штучного інтелекту	- 243
6.3. Apple почала повне оновлення команди розробників Siri	- 246
6.4. Нові нейромережі OpenAI генерують більше «помилки» у порівнянні з попередніми моделями	- 249
6.5. Топ 10 компаній зі штучним інтелектом у будівництві	- 250
6.6. Найкращі інструменти штучного інтелекту в будівельній галузі	- 254
6.7. Використання штучного інтелекту на транспорті (ДТП)	- 261
6.8. Як штучний інтелект впливає на довкілля?	- 262
РОЗДІЛ 7. РОЗВИТОК ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УКРАЇНІ (2023-2030)	- 266
7.1. Стан розвитку сфери штучного інтелекту в Україні	- 266
7.1.1. Мета і завдання стратегії розвитку штучного інтелекту в Україні (2023-2030)	- 266
7.1.2. Світові стандарти у сфері штучного інтелекту	- 269
7.1.3. Система управління розвитком штучного інтелекту в Україні	- 271
7.1.4. Штучний інтелект у пріоритетних сферах розвитку України	- 272
7.2. Прогноз результатів та оцінка ефективності реалізації Стратегії розвитку штучного інтелекту в Україні (2023-2030)	- 277
7.3. Відповідальність за злочинне використання можливостей штучного інтелекту в Україні	- 279
Список використаних джерел	- 281

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

AGI – загальний або сильний штучний інтелект

AI, ШІ – штучний інтелект

ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer) – генеративний попередньо тренований трансформер - чат-бот та віртуальний помічник з генеративним штучним інтелектом

GPRS (General Packet Radio Service) – це технологія пакетної передачі даних
GPS (Global Positioning System) – Глобальна Система Позиціонування – супутникова технологія

GPT (Generative Pre-trained Transformer) – авторегресійна модель мови, яка використовує глибоке навчання, щоби виробляти текст, подібний до людського

GPU – графічний процесор

LED-лампи (Light-Emitting Diode) – сучасне джерело освітлення, де світло випромінюють світлодіоди

LLaMA (Large Language Model Meta AI), LLM (Large Language Model) – велика мовна модель, тип штучного інтелекту, який використовує глибокі нейронні мережі для розуміння, обробки та генерації людської мови (тексту) на основі навчання на величезних масивах даних, виконуючи різноманітні завдання, як-от відповіді на запитання, переклад, узагальнення та створення контенту, подібно до ChatGPT, Llama або PaLM

MUM (Multitask Unified Model) – потужна модель ШІ для розуміння мови

PaLM, Inc. – американська компанія-виробник кишенькових персональних комп'ютерів і смартфонів на основі Palm OS

SLM (Small Language Models) – малі мовні моделі

SOAR-системи (Security Orchestration, Automation and Response) – програмні рішення для кібербезпеки, які автоматизують та координують процеси реагування на інциденти

SOC (Security Operations Center) – операційний центр безпеки, централізований підрозділ установи, який розв'язує питання з інформаційної та кібербезпеки на організаційному та технічному рівні

XOR - виключне АБО – логічна та бітова операція

БАС – багатоагентна система

БД – база даних

БЗ – база знань

БМ – база моделей

БПЛА – безпілотний літальний апарат, також відомий як дрон

БПР – блок прийняття рішень

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

ВЕС – вітряна електростанція

ВІМ – будівельне інформаційне моделювання
ВМ – виробничі можливості
ВО – віртуальна організація
ДБН – державні будівельні норми
ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) – молекула, яка містить генетичні інструкції для розвитку, функціонування, росту та розмноження всіх відомих організмів, являючи собою складний "рецепт" для побудови живого тіла, який передається від батьків нащадкам
ДТП – дорожньо-транспортна пригода
ЕБД – елементи бази даних
ЕД – елементи діалогу користувача
EIC (Energy Identification Code) – унікальний 16-значний код (літери та цифри), що ідентифікує учасників та точки комерційного обліку на ринку електроенергії та газу в Україні
ЕМ – елементи моделювання
ЕОМ – електронна обчислювальна машина
ЕС – експертна система
ЗВО – задача виконання обмежень
ЗД – зв'язки з діалогом
ЗМ – зв'язки з моделюванням
ЗПР – задача прийняття рішень
ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології
ІС – інформаційна система
ІТ – інформаційні технології
КС – керуюча система
МІТ – Массачусетський технологічний інститут
МПЗ – мова представлення знань
НМ – нейронна мережа
НРЛ, або NLP – обробка природньої мови
ОК – об'єкт керування
ОПР – особа, яка приймає рішення
ОУ – об'єкт управління
ПК – персональний комп'ютер
ППР – підтримка прийняття рішень
PwC (Pricewaterhouse Coopers) – міжнародна мережа аудиторських та консалтингових компаній
РЕБ – радіоелектронна боротьба
РНК – рибонуклеїнова кислота, це важлива макромолекула, що міститься в клітинах усіх живих організмів і відіграє ключову роль у синтезі білків та передачі генетичної інформації від ДНК

РШІ – розподілений штучний інтелект
СППР (Decision Support System – DSS) – система підтримки прийняття рішень, інтерактивна комп'ютерна автоматизована система
СУ – система управління
СУБД – система управління базою даних
СУБЗ – система управління базою знань
СУБМ – система управління базами моделей
ТПР – теорії прийняття рішень
ФРО – формування і розпізнавання образів
ЦОД – центр обробки даних
ШЖ – штучне життя
ШНМ – штучні нейронні мережі

ПЕРЕДМОВА

У навчальному посібнику наведено основні відомості теоретичних знань дисципліни «Системи штучного інтелекту в транспортному будівництві» для студентів спеціальності «Системний аналіз» за освітньою програмою «Системний аналіз в транспортній інфраструктурі».

Книга буде в нагоді студентам інших спеціальностей, які вивчають штучний інтелект (ШІ, AI). Доможе вяснити, що таке штучний інтелект, як він розвивається і використовується в різних галузях науки і техніки.

За останні десятиліття штучний інтелект досяг великого прогресу. Системи штучного інтелекту перемагають людей у складних іграх, таких як шахи та Go, керують автономними автомобілями, перекладають різними мовами, генерують легкі для прочитання тексти – і роблять багато з того, чого сподівалися досягти засновники штучного інтелекту. Те, що сприймалося здебільшого як занадто оптимістичні цілі – зараз стає реальністю.

У посібнику розглянуто історію розвитку транспортних систем, шляхи поліпшення у транспортному будівництві. Використання штучного інтелекту є одним із напрямків підвищення продуктивності та якості будівельних проєктів, зниження витрат на будівництво, забезпечення безпеки працівників. Вивчаються моделі нейрона і нейронних мереж. Розглянуто класичні теорії штучного інтелекту: генетичний алгоритм, ланцюги Маркова, алгоритм мурахи, алгоритм імітації відпалу. Представлення та використання знань у системах штучного інтелекту показано на прикладі експертних систем та систем підтримки прийняття рішень. Приділена увага нейромережному моделюванню і нечітким системам управління. Велика увага приділена використанню штучного інтелекту у транспортному будівництві і розвитку штучного інтелекту в Україні (2023 - 2030). Практична реалізація Стратегії розвитку штучного інтелекту в Україні, керівництво якою покладено на Кабінет Міністрів України, допоможе нашій державі утримати гідні позиції у світовому науково-технічному процесі.

РОЗДІЛ 1. ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

1.1. Основні аспекти транспорту

Транспорт походить від латинського *transportare*, що є утворення двох виразів *trans* – через і *portare* – носити. Засоби, які призначені для переміщення людей, вантажів, інформації, сигналів з одного місця в інше.

Термін транспорт використовують у фізиці та біології. Наприклад, транспортом називають рух молекул чи іонів крізь клітинні мембрани або циркуляцію крові. В електромеханіці та інформатиці термін транспорт описує комп'ютерні мережні потоки.

Транспорт містить кілька аспектів: інфраструктура, транспортні засоби, керування. Інфраструктура – це шляхи сполучення або транспортні мережі. Сюди відносять дороги, залізничні колії, водні шляхи, канали, повітряні коридори, трубопроводи, мости, тунелі. Також в інфраструктурі використовують транспортні вузли і термінали. Наприклад, аеропорти, залізничні і автобусні станції, де здійснюється перевантаження вантажів, пересадка пасажирів тощо. Транспортним вузлом називається комплекс транспортних процесів і засобів для їх реалізації в місцях стикування двох або більше магістральних видів транспорту. Вузли виконують роль регулюючих клапанів. Не правильна робота або збій одного клапана може привести до проблеми для всієї системи. Прикладом найбільших транспортних вузлів є великі міста. В Україні - це Київ, Харків, Одеса [1].

Транспортними засобами є автомобілі, потяги, літаки, автобуси, велосипеди, мотоцикли.

Керування, в першу чергу, розуміється як контроль над системою, наприклад, стрілки на залізничних коліях, сигнали світлофорів, керування польотами, а також правила руху, правила фінансування системи: платні дороги, податок на паливо та ін. [2].

Транспортна інфраструктура має велике значення, так як є наріжним каменем економічного зростання та соціальної інтеграції. Добре розвинена інфраструктура сприяє швидкому переміщенню товарів, знижує логістичні витрати та стимулює розвиток підприємництва, що дає економічне зростання. Покращений зв'язок завдяки розвиненим транспортним мережам дає змогу об'єднати міста, регіони, країни, що полегшує доступ до медичних, освітніх, культурних установ. У сучасних транспортних проєктах враховуються технології керування дорожнім рухом і системи сигналізації, що знижує аварійність і підвищує безпеку. Екологічно чисті технології (електрифікація, легкорейковий транспорт тощо) допомагають зменшити викиди вуглецю та вплив на довкілля, що підвищує його екологічну стійкість.

Категорії транспорту, коротка характеристика видів транспорту наведені у електронній енциклопедії [1].

1.2. Історія розвитку транспортних систем

Транспортне будівництво існувало ще у давніх цивілізаціях. Прикладом служать римські дороги, китайські канали.

Римляни побудували мережу вимощених каменем доріг, що забезпечувала ефективне пересування армії та торгівлю [3]. Ці головні шляхи використовувалися не лише в торговельних і військових цілях. Цими дорогами, як каже фахівець з епіграфіки Ромоло Стачолі, «поширювались ідеї, художні впливи, філософські і релігійні доктрини», в тому числі вчення християнства. Ще у стародавні часи римські дороги вважали пам'ятками. Унікальна мережа доріг, яку за кілька століть побудували римляни, простягалася більш ніж на 80 000 кілометрів по території, що тепер охоплює понад 30 країн на трьох континентах.

Перша важлива *via publica*, тобто автомагістраль, як її називають сьогодні, – це *віа Аппія*, чи Аппієва дорога (рис. 1.1). Як найважливіша дорога, вона з'єднувала Рим з Брундізієм (тепер Бріндізі), портовим містом, яке відкривало шлях на Схід. Ця монументальна дорога отримала свою назву від імені Клавдія Аппія Цекуса, римського цензора, який побудував її приблизно в 312 році до н. е. Рим мав ще дві дороги – *віа Саларія* і *віа Фламінія*, які простягалися на схід аж до Адріатичного моря. Таким чином відкривався шлях до Балканських країн та до місцевостей уздовж Рейну і Дунаю. *Віа Аурелія* вела на північ до Галлії і Піренейського півострова, а *віа Остенсіс* – до Остії, римського портового міста, з якого часто пливли до Африки і поверталися назад.



Рисунок 1.1 – Аппієва дорога [4]

Дороги були спроектовані для тривалого використання: спочатку виривали канаву глибиною близько 45 – 60 см, яка заповнювалася пластами землі, каменю та піску. Усі пласти дуже добре утрамбовувалися, потім накривалися товстими багатокутними плашками з базальту чи вапняку, які були ідеально з'єднані між

собою; канави зовнішніх країв доріг заповнювалися дрібними камінцями. Ці глибокі кам'яні постілі були необхідні для того, щоб дороги залишалися чистими й відносно сухими під час дощів. Ширина доріг була близько 4–6 м, що дозволяло розминутися двом засобам пересування, деколи по боках доріг добудовували тротуари. Потім ґрунт між двома канавами вибирали, утворюючи порожнину. Коли докопувались до твердого підґрунтя, порожнину засипали трьома-чотирма шарами матеріалу різного виду. Перший шар – велике каміння чи кругляк. Потім йшов шар гальки або плаского каміння, можливо, разом з бетоном. Зверху засипали спресований гравій чи розтрошене каміння.

Поверхню деяких римських доріг так і залишали посипаною спресованим гравієм. Були також бруковані дороги, які викликали захоплення в людей того часу. Їхню поверхню формували за допомогою великих кам'яних плит, зазвичай тих, які знаходили поблизу. Вони мали випуклий профіль, завдяки чому дощівка могла стікати з середини дороги до канави в будь-який бік. Така конструкція доріг сприяла їхній міцності, і ці пам'ятки збереглися до наших днів.

Другим видом транспортних систем є китайські канали, які сприяли економічному обміну між містами [5]. Основа Великого каналу була закладена ще у 486 до н. е., коли побудовано перший значний канал від Янчжоу до Хуайань у сучасній провінції Цзянсу. Надалі будувалися численні канали, які тягнулися зі сходу на захід. Вони переважно розташовувалися між річками Хуанхе та Янцзи.

Лише у VII ст. н. е. розпочалися масштабні роботи з побудови саме Великого каналу. Їх ініціатором виступив другий імператор з династії Суй Янді. Він вперше вирішив провести канал з півночі на південь. Було заплановано з'єднати річки Хуанхе та Янцзи. Цьому сприяла наявність різних невеличких каналів. Роботи розпочалися у 605 році. На будівництво каналу було залучено до 2 млн осіб. Тоді ж вперше до примусових робіт залучено жінок. Уздовж каналу також споруджувалися дороги, поштові станції, імператорські будиночки. Перший відрізок було споруджено за 171 день. Після цього імператором була здійснена інспекційна подорож каналом. Загалом роботи тривали до 611 року.

Сьогодні довжина Великого китайського каналу становить 1794 км. Втім, починаючи з 1970 року, канал сильно зменшився у глибині. Значну його частину складає мілина, що не дозволяє проходити вантажним суднам.

На початок XXI сторіччя довжина каналу, по якому можуть проходити вантажний транспорт, становить лише 523 км – ця активна частина тягнеться від Цзиніна (провінція Шаньдун) до Ханчжоу.

У XVIII столітті почалась промислова революція і тоді з'явилися залізниці. Джордж Стівенсон започаткував стандарти будівництва залізниць, які використовуються й до сьогодні. Парові локомотиви революційно змінили транспорт, так як їх використання дозволило швидко переміщувати вантажі і пасажирів. Пізніше були побудовані дизельні та електропоїзди. А парові локомотиви до тепер ще зберігаються в частині депо, як гаранті безпеки при відсутності електрики чи дизельного палива.

Сучасні залізничні системи включають два основних типи колій: баластові колії (дерев'яні або бетонні шпали, що розміщуються на щебені, забезпечуючи гнучкість і ефективний дренаж) та плитні колії (збірні бетонні секції, які забезпечують стабільність і знижені вимоги до обслуговування). Системи сигналізації та електрифікації (підвісні системи, третя рейкова система) забезпечують безпечне та ефективне керування рухом поїздів.

До сучасних транспортних систем відносять автомагістралі, аеропорти, річкові та морські порти, мости та тунелі, які використовують цифрові технології для оптимізації руху та забезпечення безпеки. Розвиток інфраструктури відповідає зростаючим вимогам глобалізації і урбанізації

Транспортне будівництво є ключовим чинником економічного та соціального розвитку сучасного суспільства. Завдяки інноваційним технологіям та екологічно чистим рішенням, майбутнє транспортної інфраструктури обіцяє ще більшу ефективність, безпеку та стійкість.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

2.1. Штучний інтелект. Основні поняття та означення

Штучний інтелект – це термін, який на даному етапі розвитку людства став частиною сучасного лексикону. Його не всі розуміють і тому часто сприймають негативно. Позитивний вплив на розвиток суспільства, робочі процеси та економіку переважають над застереженнями про його шкоду.

Незважаючи на застереження, ШІ може позитивно впливати на сталий розвиток, робочі процеси та економіку. На транспортну галузь припадає понад 25% викидів CO₂. Є надія, що штучний інтелект може внести позитивні зміни для сталого майбутнього.

Що таке штучний інтелект?

Штучний інтелект (ШІ, штучний розум, англ. *artificial intelligence, AI*) – це здатність обчислювальних систем виконувати завдання, які, зазвичай, співмірні з можливостями людського інтелекту (навчання, міркування, розв'язання питань, сприйняття та ухвалення рішень) [6 - 8]. Ці завдання можуть охоплювати прості дії, як-от розпізнавання мов чи зображень, та більш складні завдання, гра чи керування автомобілем, а також створення зображень і відтворення звуків, прогнозування погоди, вирішення складних логічних задач, тощо.

Штучний інтелект – це метод змусити комп'ютер чи програмне забезпечення «мислити» як людський мозок. Це досягається шляхом вивчення закономірностей роботи людського мозку та аналізу когнітивних процесів. Результатом цих досліджень є розробка інтелектуального програмного забезпечення та систем.

Користування сканером відбитків пальців, Face ID у телефоні та додатку Дія, друкування тексту за допомогою T9, спілкування із чат-ботом у онлайн-магазині – є взаємодія з *artificial intelligence*. Ще приклади штучного інтелекту: ChatGPT, голосові помічники Siri чи Alexa, система «Розумний будинок», автопілоти в машинах тощо.

Сьогодні штучний інтелект є одним з найпопулярніших термінів у світі. За деякими прогнозами до 2035 року ШІ принесе світовій економіці 15,7 трильйона доларів. Він вже створює купу цифрового контенту – тексти, картинки, музику, відео тощо. Основи його функціонування варто знати хоча б для того, щоб не втратити бізнес чи роботу.

Технологія штучного інтелекту охоплює широкий набір методів, зокрема машинне навчання, обробку природної мови, робототехніку, експертні системи тощо. Мета досліджень штучного інтелекту полягає в тому, щоб створити машини, які здатні розмірковувати, розуміти та навчатися як люди, і використовувати ці можливості для покращення життя людства та вирішення складних питань.

Здебільшого алгоритм розв'язання проблем невідомий наперед, а точного визначення цієї науки нема, оскільки у філософії не розв'язано питання про природу і статус людського інтелекту. Немає і точного критерію досягнення комп'ютером «розумності», хоча перед штучним інтелектом було

запропоновано низку гіпотез, наприклад, тест Тюрінга або гіпотеза Ньюелла-Саймона.

Алан Тюрінг поставив собі за мету визначити, чи може машина мислити як людина. Стандартна інтерпретація цього тесту звучить таким чином: «Суддя взаємодіє з одним комп'ютером і однією людиною. На підставі відповідей на питання суддя повинен визначити, з ким він розмовляє: з людиною чи з комп'ютерною програмою. Завдання комп'ютерної програми – ввести суддю в оману, змусивши зробити неправильний вибір».

Гіпотеза Ньюела-Саймона: фізична символічна система має необхідні і достатні засоби для проведення базових інтелектуальних дій, в широкому розумінні. Іншими словами, якщо тварина, або людина, або машина діють осмислено, це означає, що вони якимось чином виконують символічні обчислення. І навпаки, оскільки комп'ютер спроможний до подібних обчислень, то на його основі *може* бути створений штучний інтелект.

Нині існує багато підходів як до розуміння завдань штучного інтелекту, так і до створення інтелектуальних систем.

За класифікацією Джека Коупленда є два підходи до розроблення штучного інтелекту:

- низхідний, семіотичний – створення символічних систем, що моделюють високо рівневі психічні процеси: мислення, судження, мову, емоції, творчість тощо;

- висхідний, біологічний – вивчення штучних нейронних мереж і еволюційні обчислення, що наслідують інтелектуальну поведінку на основі менших «*неінтелектуальних*» складових.

Ця наука пов'язана з нейронаукою, зокрема когнітивною нейронаукою, системною нейронаукою, обчислювальною нейронаукою. Як і всі комп'ютерні науки, вона використовує математичний апарат. Особливе значення для неї мають філософія і робототехніка.

Нейронні мережі ШІ ґрунтуються на алгоритмах та великих обсягах даних, які використовуються для навчання комп'ютерних систем розпізнавати певні зразки й тенденції. Після цього системи ШІ можуть приймати рішення та виконувати завдання, подібні до тих, що виконують люди. Метою технології є створення «розумних» машин, здатних замінити або доповнити людський розум у певних сферах.

Штучний інтелект використовується для автоматизації складних завдань, підвищення ефективності та точності, а також для аналізу величезних обсягів даних, з якими важко впоратися людині.

Існує кілька типів штучного інтелекту, які сьогодні широко використовуються в програмах [9]. Ось деякі з найпоширеніших типів ШІ.

Штучний інтелект на основі правил – це системи ШІ, запрограмовані за допомогою набору правил або операторів if-then, які дають їм змогу ухвалювати рішення на основі конкретних умов. Ці системи часто використовують в експертних системах і системах підтримки ухвалення рішень.

Машинне навчання – це тип штучного інтелекту, який передбачає навчання алгоритмів навчанню на основі вхідних даних і покращенню їх продуктивності з часом. Існує три основних типи машинного навчання: кероване навчання, некероване навчання та навчання з підкріпленням.

Обробка природної мови (NLP, або НРЛ) – це тип ШІ, який зосереджується на взаємодії між комп'ютерами та людськими мовами. Системи НЛП розроблені для розуміння та інтерпретації людської мови, і вони використовуються в таких програмах, як чат-боти, голосові помічники та машинний переклад.

Робототехніка – це сфера штучного інтелекту, яка зосереджена на проєктуванні та розробці роботів, які можуть виконувати завдання у фізичному світі. Робототехніка передбачає інтеграцію штучного інтелекту, датчиків і механічних систем, щоб роботи могли сприймати навколишнє середовище, ухвалювати рішення та виконувати дії.

Експертні системи – це системи штучного інтелекту, призначені для надання порад і підтримки ухвалення рішень у певних сферах, таких як маркетинг, дизайн, медицина, право та інженерія. Експертні системи запрограмовані з набором правил і знань, які дають змогу їм міркувати та надавати рекомендації на основі конкретних умов.

Загальний ШІ, також відомий як сильний штучний інтелект (AGI), – це теоретична концепція створення машин, які можуть міркувати та навчатися як люди. Системи AGI будуть здатні розуміти та вирішувати широкий спектр проблем, і вони матимуть здатність міркувати, планувати та спілкуватися як люди. AGI все ще є здебільшого теоретичною концепцією, і перед її реалізацією необхідно подолати багато проблем.

Із розвитком обчислювальної техніки в наступні десятиліття ШІ почав стрімко розвиватися. Для розуміння як працює штучний інтелект, варто переглянути найпопулярніші різновиди [6, 7, 9].

- Слабкий ШІ. Це системи, призначені для конкретних завдань, наприклад, розпізнавання візуальних образів або голосових команд. Це найпоширеніший вид ШІ сьогодні, оскільки він потребує мінімальної кількості обчислювальних потужностей. В основному, він здатен здійснювати обробку природної мови. Тому запустити його з легкістю вдається навіть на мобільних пристроях.

- Штучний загальний інтелект. Це гіпотетична система, яка зможе рівнятися або перевершувати людський інтелект у всіх сферах. Наразі його використання в масах неможливе, оскільки потрібно знайти спосіб забезпечення високої потужності обчислювальних машин.

- Свідомий ШІ. Це системи, які б не лише мислили, а й усвідомлювали себе та своє існування. Це ще більш віддалена мета, ніж штучний загальний інтелект, тому вона наразі аж ніяк не можлива в глобальному розумінні. Проте, деякі звершення в цьому напрямку вже помітні в таких ігрових движунах, як Unreal Engine 5. Розробники експериментували з демоверсією Matrix, надавши Негральному персонажу можливість усвідомлювати, що вони знаходяться в грі,