

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.936-956

УДК 004.8:[159.955 + 159.928]

к.т.н., доцент **Хавроненко В.Д.**,
khavronenko.vd@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0919-6620,
доцент **Кобзар А.Ю.**,
kobzar.aiu@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0009-1508-4431,
Гетун С.Ю.,
hetun_sy-2024@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0001-2269-7035,
Київський Національний університет будівництва і архітектури

КОНЦЕПТУАЛЬНА ШКАЛА ЗДАТНОСТІ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕПТИЛІЙ, МИШЕЙ, ЛЮДСЬКОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА СУЧАСНОГО ШІ

Порівняння когнітивних здібностей між біологічними видами та штучним інтелектом (ШІ) є складним, але все більш актуальним завданням з огляду на стрімкий розвиток ШІ та його потенційний суспільний вплив. Ця робота долає методологічні виклики, пропонуючи концептуальну, багатовимірну шкалу складності вирішення завдань, що охоплює рептилій, мишей, людей з низьким, середнім та високим рівнем IQ, та сучасний передовий ШІ (станом на 2024-2025 рр.). Шкала базується на синтезі даних з порівняльної психології, нейронауки, психометрії та досліджень ШІ, фокусуючись на вимірах складності, загальності, абстрактності та горизонту планування.

Результати аналізу розміщують сутності на шкалі у наступному порядку зростання можливостей: Рептилія < Миша < Людина з низьким IQ < Людина з середнім IQ < Сучасний ШІ < Людина з високим IQ. Аналіз виявляє унікальний та «нерівний» когнітивний профіль сучасного ШІ: він демонструє надзвичайні здібності у доступі до знань, розпізнаванні патернів та виконанні специфічних складних завдань (перевершуючи людський рівень), але водночас має глибокі фундаментальні обмеження у сферах, критичних для загального інтелекту, таких як здоровий глузд, каузальне міркування, надійна адаптація та узагальнення поза тренувальним розподілом.

Обговорюються ключові вузькі місця на шляху до Штучного Загального Інтелекту (ШЗІ), які ставлять під сумнів достатність простого масштабування поточних архітектур. Також розглядаються етичні та соціальні наслідки, пов'язані з розгортанням потужних, але потенційно «крихких» систем ШІ. Прогнози щодо майбутнього розвитку ШІ вказують на подальший значний прогрес у вузьких сферах протягом наступних 5-10 років, але досягнення рівня людського інтелекту високого рівня (HIMI/ШЗІ) залишається вкрай невизначеним і залежить від фундаментальних наукових

проривів. Робота підкреслює необхідність розробки кращих методів оцінки та забезпечення відповідального розвитку ШІ.

Ключові слова: штучний загальний інтелект; порівняльна когніція; вирішення проблем; шкала інтелекту; великі мовні моделі; LLM; людський інтелект; когнітивні здібності.

1. Вступ. Оцінка та порівняння інтелекту між різними сутностями – від тварин до машин – є давнім прагненням науки [1]. Зі стрімким розвитком штучного інтелекту (ШІ), особливо великих мовних моделей (LLM) та фундаментальних моделей, питання про їхні відносні можливості порівняно з біологічним інтелектом, включно з людським, набуває особливої актуальності. Розуміння поточного стану ШІ в контексті ширшого спектру когнітивних здібностей є критично важливим для оцінки прогресу в напрямку штучного загального інтелекту (ШЗІ), визначення його потенціалу та ризиків, а також для формування реалістичних очікувань. Необхідність такого порівняння підкреслюється в численних звітах та аналітичних оглядах, що вказують на потенційний трансформаційний вплив ШІ на суспільство, економіку та навіть питання міжнародної безпеки, що вимагає чіткого розуміння його реальних можливостей та обмежень порівняно з людиною [2], [3].

Однак таке порівняння стикається зі значними методологічними викликами. По-перше, саме поняття «інтелект» або «здатність до вирішення завдань» є багатогранним і залежить від контексту [4]. По-друге, метрики, що використовуються для оцінки когнітивних здібностей у тварин (часто орієнтовані на екологічно релевантну поведінку [4]), людей (психометричні тести, що вимірюють фактори, такі як *g*, *Gf*, *Gc* [5]) та ШІ (бенчмарки продуктивності на специфічних завданнях [6]), є принципово різними і не завжди безпосередньо порівнянними [7]. Наприклад, критика часто спрямована на використання тестів, розроблених для людей, при оцінці тварин, що може ігнорувати їхні унікальні когнітивні адаптації до власної екологічної ніші [8]. Водночас, оцінка ШІ за допомогою стандартних бенчмарків стикається з проблемою «оптимізації під тест» (*overfitting to the benchmark*) та можливим «забрудненням» тренувальних даних тестовими завданнями, що ставить під сумнів вимірювання справжнього узагальнення та розуміння [9].

Незважаючи на ці труднощі, спроба концептуального упорядкування різних рівнів здатності до вирішення завдань є корисною. Вона дозволяє візуалізувати відносні можливості та обмеження різних систем, виявити якісні стрибки в еволюції та розвитку інтелекту, а також краще зрозуміти поточну позицію та траєкторію ШІ.

Метою цієї роботи є: 1) проаналізувати когнітивні профілі та здатності до вирішення завдань рептилій, мишей, людей з низьким та високим рівнем IQ, та сучасного передового ШІ на основі синтезу наукової і дослідницької літератури; 2) розробити та обґрунтувати концептуальну шкалу складності вирішення завдань для цих сутностей; 3) оцінити поточну позицію та швидкість руху ШІ на цій шкалі; 4) сформулювати обґрунтовані прогнози щодо майбутніх можливостей ШІ.

2. Методологія

2.1. Побудова концептуальної шкали. Через зазначені вище методологічні розбіжності у вимірюванні, запропонована шкала є концептуальною та якісною, а не строго кількісною чи лінійною. Вона впорядковує сутності за їхньою максимальною продемонстрованою здатністю вирішувати проблеми зростаючої складності. Вибір саме цих сутностей (рептилія, миша, людина з низьким та високим IQ, сучасний ШІ) зумовлений прагненням охопити широкий діапазон когнітивних можливостей: від базових біологічних систем з відносно простою нервовою системою до вершини біологічної еволюції інтелекту (людина з різними рівнями функціонування) та поточного фронтиру штучних систем. Ключовими вимірами, що враховуються при побудові шкали, є:

- **Складність:** Кількість кроків міркування, обсяг інформації, що обробляється, рівень невизначеності, необхідність інтеграції різних знань. Цей вимір відображає обчислювальні та когнітивні ресурси, необхідні для вирішення завдання, що аналізується як в теорії обчислювальної складності, так і в когнітивній психології через моделі робочої пам'яті та багатоетапного міркування [10].

- **Загальність:** Широта доменів, до яких застосовні навички, здатність адаптуватися до нових, непередбачених завдань та контекстів [11]. Ця властивість тісно пов'язана з поняттями трансферного навчання (*transfer learning*) та узагальнення в машинному навчанні, а також з адаптивною поведінкою та еволюційною придатністю в біології [12]. Особливо критичною для ШІ вважається здатність до узагальнення поза розподілом тренувальних даних (*out-of-distribution generalization*) [13].

- **Абстрактність:** Здатність оперувати символами, концепціями, правилами, що не прив'язані до безпосереднього сприйняття; здатність до метакогнітивного мислення. Цей вимір є центральним у дослідженнях вищих когнітивних функцій людини, зокрема мови та символічного мислення, і розглядається в теоріях когнітивного розвитку та психолінгвістиці [14].

- **Горизонт планування:** Здатність до цілеспрямованої поведінки, що охоплює тривалі часові проміжки. Ця здатність пов'язана з виконавчими функціями префронтальної кори у людини та є ключовим напрямком

досліджень у галузі навчання з підкріпленням (*reinforcement learning*) та автоматизованого планування в ШІ [15], [16], [17], [18].

2.2. Визначення сутностей та джерела даних. Аналіз когнітивних профілів базується на синтезі рецензованої наукової літератури та експертних оглядів з відповідних галузей:

- **Рептилія:** Аналізуються дані порівняльної психології щодо навчання, вирішення проблем, просторової та соціальної когніції у різних видів рептилій, враховуючи сучасний перегляд їхніх можливостей та методологічні обмеження. [19]

- **Миша:** Розглядаються дослідження (переважно з нейронауки) щодо просторового навчання, навігації, пам'яті та нейронних корелятивів (клітини місця, решітки) у гризунів як модельних організмів [4].

- **Людина** (низький та високий IQ): Аналізуються дані психометрії та когнітивної психології щодо структури людського інтелекту (теорія Керролла, g-фактор, флюїдний (Gf) та кристалізований (Gc) інтелект) та відмінностей у когнітивних здібностях (міркування, абстракція, пам'ять, швидкість обробки, вирішення проблем) між індивідами з різними рівнями IQ. «Низький IQ» представляє функціонування значно нижче середнього (IQ ~70-85), «високий IQ» – значно вище середнього (IQ ~115-130+).

- **Сучасний передовий ШІ:** Оцінюються можливості та обмеження найсучасніших фундаментальних моделей (класу GPT-4o, Claude 3 Opus, Gemini 1.5 Pro, DeepSeek R1 станом на кінець 2024 / початок 2025 рр.) на основі результатів бенчмарків (MMLU, ARC-AGI, GSM8k, HumanEval, AgentBench тощо), технічних звітів та аналітичних оглядів [7]. Важливим доповненням до кількісних показників бенчмарків є якісний аналіз специфічних можливостей та типових помилок цих моделей (наприклад, аналіз логіки міркувань, прикладів «галюцинацій», здатності до каузального висновку), представлений як у технічних звітах розробників (OpenAI, Google DeepMind, Anthropic), так і в незалежних академічних дослідженнях [20], [21], [22], [23].

3. Результати: Концептуальна шкала та розміщення сутностей. На основі аналізу когнітивних профілів, сутності розміщуються на концептуальній шкалі складності вирішення завдань у наступному порядку (від найнижчого до найвищого рівня):

Рептилія: Здатна до базового асоціативного навчання (наприклад, асоціювання певного кольору чи запаху з їжею), простої просторової орієнтації та вирішення проблем, безпосередньо пов'язаних з виживанням в їхній екологічній ніші (пошук їжі, уникнення хижаків) [4]. Демонструє обмежену поведінкову гнучкість, наприклад, труднощі зі зміною навченої реакції, якщо правила раптово змінюються (*reversal learning*), низький рівень абстракції

(проблеми з формуванням загальних концепцій, не прив'язаних до конкретних стимулів) та короткий горизонт планування. Сучасні дослідження показують більшу витонченість, ніж вважалося раніше, але їхні можливості залишаються значною мірою прив'язаними до конкретних стимулів, часто залежними від домінуючих сенсорних модальностей (зір, нюх), та екологічної релевантності [4], [19], [24], [25].

Миша: Значно перевершує рептилій у сфері просторової когніції. Демонструє здатність до складного просторового картування (наприклад, ефективного знаходження прихованої платформи у водному лабіринті Морріса або запам'ятовування шляху в радіальному лабіринті), гнучкої навігації у складних середовищах та запам'ятовування локацій [26]. Ці здібності мають чітку нейробіологічну основу в гіпокампі та енторинальній корі (клітини місця, клітини решітки, клітини напрямку голови). Вирішення проблем сильно орієнтоване на просторові завдання. Абстрактне, непросторове міркування та довгострокове планування, що виходить за межі безпосередньої навігації чи пошуку їжі, менш виражене порівняно з вищими ссавцями [12].

Людина з низьким IQ: Якісний стрибок порівняно з мишею завдяки наявності мови, символічного мислення та базової здатності до абстракції. Здатна вирішувати прості, конкретні проблеми, навчатися за допомогою повторення та підтримки [27]. Однак має суттєві обмеження у складному, багатоетапному міркуванні, ефективності робочої пам'яті (утримання та маніпулювання інформацією), робочій пам'яті, швидкості обробки та роботі з новизною та абстрактними концепціями, що відображає нижчий рівень флюїдного інтелекту (Gf) [28], [29]. Це проявляється у труднощах з багатоетапним плануванням, розумінням складних інструкцій, адаптацією до несподіваних змін у правилах завдання та формуванням складних аналогій або узагальнень.

Людина з середнім IQ (IQ ~90-110): Представляє типовий рівень когнітивного функціонування в популяції. Здатна до вирішення широкого кола повсякденних та професійних завдань, що вимагають міркування, планування та навчання. Володіє функціональною мовою, здатністю до помірної абстракції та узагальнення. Може навчатися новим навичкам та адаптуватися до змін середовища, хоча й не з такою швидкістю чи глибиною, як особи з високим IQ. Цей рівень слугує важливою точкою відліку для порівняння як з нижчими рівнями біологічного інтелекту, так і з можливостями сучасного ШІ [30], [31].

Сучасний передовий ШІ: Має унікальний та «нерівний» профіль. Перевершує всі попередні сутності (включно з людьми) у доступі, обробці та синтезі величезних обсягів текстової інформації (аналог Gc) та розпізнаванні складних патернів у даних. Демонструє високу, іноді надлюдську,

продуктивність у специфічних складних завданнях, таких як кодування, переклад, деякі види математичного та логічного міркування (згідно з бенчмарками). [6] Однак фундаментально обмежений у сферах, критичних для загального інтелекту: відсутнє справжнє розуміння світу та здоровий глузд, слабе каузальне міркування, ненадійне узагальнення на якісно нові ситуації поза тренувальними даними [11], крихкість міркувань [32], схильність до «галюцинацій» [33]. Розміщується вище за *Людину з низьким IQ* через перевагу у виконанні складних символічних завдань та обсязі знань, але нижче за *Людину з високим IQ* через фундаментальні обмеження в адаптивності та глибокому розумінні.

Людина з високим IQ: Представляє поточну вершину шкали. Характеризується високою здатністю до абстрактного міркування (Gf), ефективним накопиченням та використанням знань (Gc), складним багатоетапним плануванням, креативністю, метапізнанням та гнучкою адаптацією до нових проблем та середовищ. Це забезпечується, ймовірно, більш ефективною робочою пам'яттю, вищою швидкістю обробки інформації та кращою здатністю до виявлення глибинних закономірностей та віддалених зв'язків [34], [35]. Володіє здоровим глуздом, каузальним міркуванням та теорією розуму (хоча й недосконалыми), що дозволяє орієнтуватися у складному фізичному та соціальному світі.

Ключові сильні сторони та обмеження для кожної згаданої сутності подано в таблиці 1.

4. Дискусія. 4.1. Відносні відстані та якісні розриви. Шкала виявляє значні, ймовірно, нелінійні, розриви між рівнями. Перехід від рептилій до мишей характеризується суттєвим ускладненням просторової когніції. Проте, найбільший якісний стрибок спостерігається між мишею та людиною (навіть з низьким IQ), зумовлений появою мови, символічного мислення та здатності до абстракції, що радикально розширює спектр вирішуваних проблем та можливостей для культурної передачі знань. Багато дослідників вважають саме цю здатність до символічної репрезентації та рекурсивної мови ключовим фактором, що відокремлює людську когніцію [37]. Розрив між людиною з низьким та високим IQ також є значним, відображаючи вплив загального фактора інтелекту (g) на здатність до складного міркування та ефективного навчання.

4.2. Унікальний профіль сучасного ШІ

Позиція ШІ є найбільш неоднозначною та дискусійною. Його надзвичайні здібності в обробці даних та виконанні певних завдань контрастують з фундаментальними провалами у базовому розумінні світу. Це створює профіль «крихкої надінтелектуальності» («*brittle superpower*») [32] – потужної, але

ненадійної та неадаптивної системи поза межами її тренувального розподілу та без глибокого розуміння контексту. Цей профіль якісно відрізняється від людського інтелекту, де базове розуміння (здоровий глузд, інтуїтивна фізика та психологія) зазвичай передує експертним знанням і слугує основою для їхньої інтерпретації та застосування. Таблиця 2 деталізує цей профіль, порівнюючи можливості ШІ з різними рівнями людського та тваринного інтелекту

Таблиця 1

Концептуальна шкала складності вирішення завдань

Сутність	Ключові сильні сторони (типи вирішуваних проблем)	Ключові обмеження (проблемні типи завдань)
Рептилія	Проблеми виживання (їжа, хижаки), базова просторова орієнтація, просте асоціативне навчання, обмежена поведінкова гнучкість [4].	Складні абстрактні проблеми, довгострокове планування, узагальнення на нові неекологічні контексти, складне міркування.
Миша	Складне просторове навчання та картування, гнучка навігація, пам'ять на локації, вирішення проблем у просторовому домені.	Високорівнева абстракція, складне непросторове міркування, довгострокове планування поза навігацією.
Людина з низьким IQ	Використання мови, базове міркування та абстракція, вирішення простих конкретних проблем, навчання через повторення/підтримку.	Складне багатоетапне міркування, висока абстракція, робота з новизною та невизначеністю, швидке навчання.
Людина з середнім IQ	Вирішення стандартних повсякденних і професійних завдань, функціональна мова, помірна абстракція, адаптивне навчання.	Обмеження у вирішенні дуже складних, нових або високоабстрактних проблем порівняно з високим IQ; повільніше навчання.
Сучасний передовий ШІ	Доступ та обробка величезних знань, розпізнавання патернів, висока продуктивність у специфічних складних завданнях (код, математика, мова). [36]	Справжнє розуміння, здоровий глузд, каузальне міркування, надійне узагальнення, адаптивність до новизни, довгострокове планування, фізична взаємодія. [32]
Людина з високим IQ	Висока абстракція, складне міркування (флюїдне та кристалізоване), довгострокове планування, креативність, метапізнання, ефективне навчання.	(Відносні) межі людських когнітивних можливостей (швидкість обчислень, обсяг пам'яті порівняно з потенційним ШІ). [17]

4.3. Траєкторія та вузькі місця розвитку ШІ

Темпи прогресу ШІ, вимірювані за допомогою бенчмарків, є вражаючими. Здається, ШІ швидко рухається вгору по шкалі, особливо в аспектах, пов'язаних з обробкою інформації та виконанням структурованих завдань. Рушіями цього прогресу є масштабування моделей, даних та обчислень, а також архітектурні інновації (наприклад, Transformer, моделі міркування).

Таблиця 2

Порівняльна здатність рівня продуктивності сучасного ШІ до вирішення завдань

Приклади завдань та сфер	Пояснення та обґрунтування
<i>Краще за найрозумнішу людину</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Обробка та синтез величезних текстових даних - Виявлення складних статистичних патернів у масивних даних - Швидкість виконання чітко визначених обчислювальних/алгоритмічних завдань - Відтворення великих обсягів фактичної інформації з тренувальних даних - Продуктивність на деяких стандартизованих тестах/бенчмарках (напр., пригадування знань) 	<p>Перевага зумовлена швидкістю обчислень, масштабом обробки та доступом до даних, а не глибиною розуміння чи гнучкістю мислення.</p>
<i>Краще за посередню людину, але гірше найрозумнішої</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Висока продуктивність на складних, але структурованих завданнях (напр., кодування за специфікацією, вирішення математичних задач на рівні бенчмарків) - Генерація складного, стилістично визначеного тексту - Виконання багатоетапних інструкцій у знайомих доменах 	<p>ШІ може перевершувати середню людину в конкретних, добре визначених завданнях завдяки тренуванню, але поступається високому IQ у гнучкості, адаптації до новизни та глибокому міркуванні.</p>
<i>Гірше за посередню людину, але краще миші</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Базове розуміння здорового глузду (часто помилкове) - Просте каузальне міркування (часто поверхнєве, засноване на кореляціях) - Адаптація до незначно нових ситуацій (часто невдала) - Базова Теорія Розуму (дуже обмежена) - Надійність та послідовність міркувань 	<p>ШІ демонструє зародкові здібності в цих сферах, що перевершують можливості миші (орієнтовані на простір), але значно поступаються навіть базовому людському рівню через відсутність глибокого розуміння та досвіду взаємодії зі світом.</p>
<i>Краще миші, але гірше за ящірку</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Важко визначити. Можливо, базові завдання на розпізнавання простих візуальних/слухових патернів без контексту 	<p>Важко визначити завдання, де ШІ був би гіршим за ящірку (яка має базове навчання та сенсорний досвід), але кращим за мишу (яка має розвинену просторову когніцію). ШІ працює на іншому, символічному рівні.</p>
<i>Гірше ящірки</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Пряма фізична взаємодія з непередбачуваним середовищем - Адаптація поведінки на основі безпосереднього фізичного зворотного зв'язку в реальному часі - Інстинктивні реакції виживання в реальному світі 	<p>ШІ позбавлений втілення та прямого сенсорного досвіду, що робить його нездатним до виконання завдань, які вимагають фізичної присутності та адаптації, доступних навіть рептиліям.</p>

Однак рух до вищих рівнів шкали, що представляють ШЗІ (зокрема, рівень гнучкості, адаптивності та розуміння людини з високим IQ), стримується фундаментальними проблемами:

- **Відсутність здорового глузду та справжнього розуміння:** Системи оперують статистичними кореляціями у величезних масивах даних, а не будують внутрішні каузальні моделі світу, що дозволяють передбачати наслідки дій або розуміти неявні аспекти ситуацій, [38], [39].
- **Дефіцит каузального міркування:** Нездатність розрізняти причину та наслідок, спираючись лише на кореляції в даних, що ускладнює втручання та контрфактичне мислення («що було б, якби...») [40].
- **Проблеми з узагальненням та адаптивністю:** Крихкість поза тренувальними даними (*out-of-distribution generalization*), потреба у величезних обсягах даних для навчання, повільна адаптація до нових завдань порівняно з людським навчанням [11]
- **Обмеження міркування:** Непослідовність, поверхневність, відсутність гнучкості між інтуїтивним (Система 1) та повільним, аналітичним (Система 2) мисленням [41].
- **Надійність та галюцинації:** Схильність генерувати правдоподібну, але неправдиву або безглузду інформацію, що є серйозною перешкодою для використання в критичних застосунках, [33].
- **Відсутність втілення (*embodiment*):** Брак взаємодії з фізичним світом через сенсори та актуатори обмежує здатність до навчання через досвід та формування «заземленого» (*grounded*) розуміння понять [32].

Ці проблеми ставлять під сумнів тезу, що просте масштабування поточних архітектур (переважно LLM на базі Transformer) є достатнім для досягнення ШЗІ. Можливо, потрібні фундаментальні зрушення в архітектурах або парадигмах [32]. Пошук рішень ведеться не лише шляхом масштабування, а й через дослідження гібридних підходів, таких як нейро-символічні системи (що поєднують навчання з представленням знань та логікою), або через розвиток втіленого ШІ (*embodied AI*), який навчається через взаємодію з фізичним світом, що може бути ключем до формування більш глибокого та заземленого розуміння [42].

4.4. Обмеження дослідження

- Ця робота має кілька обмежень. По-перше, запропонована шкала є концептуальною та якісною, що неминуче вносить елемент суб'єктивності в розташуванні на ній сутностей та оцінку «відстаней» між ними. Визначення та зважування важливості різних когнітивних здібностей (напр., просторове мислення vs. мова) є складним завданням без загальноприйнятої уніфікованої теорії інтелекту. По-друге, оцінка можливостей ШІ значною мірою спирається

на бенчмарки, які мають відомі недоліки: **Забруднення даних** (*data contamination*): Існує ризик, що тестові завдання або їх частини могли бути присутніми в величезних тренувальних датасетах, що штучно завищує результати [43].

- **Оптимізація під тест:** Моделі можуть «вивчити» специфіку бенчмарку, а не демонструвати загальну здатність [7].

- **Недостатня екологічна валідність:** Багато бенчмарків складаються з абстрактних завдань, відірваних від реального світу з його невизначеністю, багатозначністю та необхідністю інтегрувати знання з різних модальностей [44].

По-третє, визначення та вимірювання «інтелекту» та «вирішення проблем» залишаються предметом дискусій у всіх досліджуваних галузях – від порівняльної психології до досліджень ШІ [7]. По-четверте, сфера ШІ розвивається надзвичайно швидко, тому будь-яка оцінка «сучасного передового ШІ» є знімком у часі і може швидко застаріти.

4.5. Етичні та Соціальні Наслідки

Позиціонування ШІ на запропонованій шкалі, навіть з усіма застереженнями, піднімає важливі етичні та соціальні питання, які потребують обговорення:

- **Надійність та безпека:** «Нерівний» профіль ШІ, де висока продуктивність у певних завданнях поєднується з крихкістю та непередбачуваними помилками (галюцинаціями, браком здорового глузду), створює значні ризики при розгортанні таких систем у критичних сферах (медицина, фінанси, транспорт, військова справа) [5].

- **Вплив на зайнятість:** Перевершення ШІ середнього людського рівня у все ширшому колі когнітивних завдань (особливо пов'язаних з обробкою інформації, аналізом даних, генерацією контенту) може призвести до суттєвих змін на ринку праці, вимагаючи адаптації освітніх систем та соціальної політики [45].

- **Упередження та справедливість:** Оскільки ШІ навчається на даних, створених людьми, він може відтворювати та навіть посилювати існуючі соціальні упередження (расові, гендерні тощо), що призводить до дискримінаційних результатів при його використанні для прийняття рішень (напр., у кредитуванні, наймі на роботу, правосудді).

- **Автономність та контроль:** Зростання можливостей ШІ у плануванні та виконанні складних завдань ставить питання про людський контроль над все більш автономними системами та відповідальність у разі помилок чи небажаних наслідків.

- **Дезінформація та маніпуляція:** Здатність ШІ генерувати реалістичний текст, зображення та відео у великих масштабах створює ризики

масового поширення дезінформації, маніпулювання громадською думкою та підриву довіри до інформаційних джерел.

- **Філософські питання:** Наближення ШІ до людських когнітивних можливостей актуалізує філософські дискусії про природу інтелекту, свідомості, суб'єктності та потенційні моральні зобов'язання перед штучними системами у майбутньому.

Ці виклики підкреслюють нагальну потребу в розробці та впровадженні надійних механізмів управління (*governance*), етичних принципів та технічних стандартів безпеки для забезпечення відповідального розвитку та використання технологій ШІ.

5. Майбутні прогнози

Прогнозування майбутнього ШІ є вкрай невизначеним завданням, що ускладнюється експоненційним темпом прогресу в деяких областях та наявністю фундаментальних наукових перешкод в інших. Експертні думки щодо термінів досягнення Штучного Загального Інтелекту (ШЗІ) або Машинного Інтелекту Високого Рівня (HLMІ – *High-Level Machine Intelligence*, що визначається як здатність виконувати переважну більшість професійних завдань краще за людей) значно варіюються [46]. Однак, спираючись на експертні опитування та поточні тенденції, можна окреслити ймовірні сценарії та ключові фактори впливу:

- **5 років** (до ~2030): Очікується подальше покращення сильних сторін поточних фундаментальних моделей (LLM та мультимодальних моделей) – краща якість генерації тексту та коду, глибше розуміння та інтеграція різних модальностей (текст, зображення, аудіо, відео), більш послідовне міркування на коротких дистанціях. Ймовірно, ШІ перевершить середню людську продуктивність у ще ширшому колі вузькоспеціалізованих когнітивних завдань, особливо тих, що пов'язані з обробкою великих обсягів інформації та розпізнаванням патернів. Однак, фундаментальні обмеження пов'язані зі здоровим глуздом, каузальним розумінням та надійним узагальненням поза розподілом даних, швидше за все, збережуться, оскільки їх подолання може вимагати змін у парадигмі, а не лише масштабування [32]. Досягнення ШЗІ або HLMІ до 2030 року вважається малоімовірним згідно з консенсусними прогнозами експертів [47].

- **10 років** (до ~2035): Цей період може стати свідком перших значних успіхів у подоланні деяких фундаментальних вузьких місць, потенційно завдяки впровадженню нових архітектур (напр., з кращою внутрішньою пам'яттю, здатністю до побудови моделей світу) або гібридних нейро-символічних підходів. Системи ШІ можуть демонструвати більш надійне багатоетапне міркування та довгострокове планування, що дозволить

створювати більш автономних ШІ-агентів, здатних виконувати складні завдання з меншим людським втручанням [48]. Очікується подальше зростання автоматизації складних інтелектуальних завдань. Прогнози щодо досягнення НЛМІ стають більш ймовірними, наближаючись до медіанних оцінок багатьох експертних опитувань, хоча розкид думок залишається дуже великим.

- **20 років** (до ~2045): Потенційне досягнення НЛМІ (рівень або перевершення рівня найкращих людей у майже всіх когнітивних завданнях, що мають економічну цінність) стає реалістичним сценарієм згідно з багатьма прогнозами [47], [49]. Однак це, ймовірно, потребуватиме значних наукових проривів, які дозволять подолати ключові обмеження сучасних систем, особливо щодо глибокого розуміння, каузальності, адаптивності та самостійного навчання. Загострення питань безпеки та екзистенційних ризиків. [7]

Ключовим питанням залишається траєкторія розвитку: чи призведе поточний шлях до **конвергенції** з людиноподібним, гнучким та адаптивним інтелектом, чи до **дивергенції** – створення потужного, але принципово відмінного, можливо «чужого», типу інтелекту зі своїми сильними та слабкими сторонами, цілями та потенційно незрозумілою для нас «логікою»? Відповідь на це питання визначить не лише реальну траєкторію та часові рамки досягнення ШІ/НЛМІ, але й характер взаємодії людства з майбутніми інтелектуальними системами [71], [48].

Важливо підкреслити **високий ступінь невизначеності** всіх цих прогнозів. Реальні терміни залежатимуть від багатьох факторів: темпів фундаментальних досліджень, обсягів інвестицій, прогресу в апаратному забезпеченні (напр., обчислювальні потужності, енергоефективність), можливих регуляторних обмежень, а також непередбачених наукових відкриттів або, навпаки, виявлення нових фундаментальних перешкод [2], [3].

6. Висновок

Порівняльний аналіз виявляє величезну різноманітність когнітивних стратегій та можливостей у біологічному світі та у сфері ШІ. Запропонована концептуальна шкала складності вирішення завдань, що охоплює діапазон від рептилій до людини з високим IQ та включає сучасний ШІ, візуалізує значні якісні стрибки, пов'язані, зокрема, з розвитком складної просторової когніції у ссавців та появою мови і абстрактного мислення у людини.

Сучасний передовий ШІ посідає на цій шкалі унікальну та дещо парадоксальну позицію: він демонструє вражаючі, часом надлюдські, досягнення у доступі до знань та виконанні специфічних, складних завдань (особливо в обробці мови, коду та розпізнаванні патернів), перевершуючи середній людський рівень у багатьох сферах. Однак, водночас, він має глибокі фундаментальні обмеження у таких критичних для загального інтелекту аспектах, як справжнє розуміння світу, здоровий глузд, каузальне міркування та

надійна адаптація до нових ситуацій. Цей «нерівний» когнітивний профіль суттєво відрізняє його від більш збалансованого, хоч і обмеженого в обчислювальній потужності, людського інтелекту.

Хоча прогрес ШІ, що вимірюється бенчмарками, є стрімким, шлях до Штучного Загального Інтелекту (AGI) або Машинного Інтелекту Високого Рівня (HLLMI) залишається невизначеним. Він вимагає подолання значних наукових викликів, пов'язаних із наділенням машин глибоким розумінням, каузальністю, адаптивністю та здоровим глуздом, і не гарантований лише шляхом масштабування поточних архітектур. Більше того, стрімкий розвиток та потенціал ШІ піднімають нагальні етичні та соціальні питання, що стосуються безпеки, упередженості, впливу на зайнятість, контролю та відповідальності, які потребують негайної уваги.

Подальші дослідження мають фокусуватися не лише на покращенні продуктивності ШІ на існуючих метриках, але й на розробці більш надійних та змістовних методів оцінки його реальних можливостей та обмежень, на фундаментальному розумінні принципів біологічного та штучного інтелекту, а також на активній розробці та впровадженні механізмів для забезпечення безпечного, етичного та суспільно корисного розвитку цих потужних технологій.

Список літератури

1. Zentall T.R. Comparative cognition research demonstrates the similarity between humans and other animals // *Animals*. 2023. Vol. 13, № 7. Art. 1165. DOI: 10.3390/ani13071165.
2. AI Index Steering Committee. *The AI Index 2025 Annual Report*. Stanford Institute for Human-Centered AI, Stanford University, 2025. URL: https://hai-production.s3.amazonaws.com/files/hai_ai_index_report_2025.pdf (дата звернення: 28.04.2025).
3. Grace K., Stewart H. та ін. Thousands of AI authors on the future of AI. *arXiv preprint arXiv:2401.02843*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2401.02843.
4. Schubiger M.N., Fichtel C., Burkart J. M. Validity of cognitive tests for non-human animals: Pitfalls and prospects // *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11. Art. 1835. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01835.
5. UK AI Safety Institute. *International AI Safety Report*. DSIT 2025/001. 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gov.uk/government/publications/international-ai-safety-report-2025> (дата звернення: 28.04.2025).
6. Kwa T., West B., Becker J. та ін. Measuring AI ability to complete long tasks. *arXiv preprint arXiv:2503.14499*. 2025. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2503.14499.

7. Leffer L. As AI advances, the meaning of artificial general intelligence remains murky // *Science News*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencenews.org/article/artificial-general-intelligence-ai-unclear> (дата звернення: 11.04.2025).
8. Shettleworth S.J. *Fundamentals of comparative cognition*. Oxford: Oxford University Press, 2012.
9. Bommasani R. та ін. Can we trust AI benchmarks? An interdisciplinary review of current issues in AI evaluation. *arXiv preprint arXiv:2502.06559*. 2025. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2502.06559.
10. Cowan N. The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? // *Current directions in psychological science*. 2010. Vol. 19, № 1. P. 51–57. DOI: 10.1177/0963721409359277.
11. Morris M.R., Sohl-Dickstein J., Fiedel N. та ін. Levels of AGI for operationalizing progress on the path to AGI. *arXiv preprint arXiv:2311.02462v4*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2311.02462.
12. Dere E., Huston J.P., De Souza Silva M.A. The pharmacology, neuroanatomy and neurogenetics of one-trial object recognition in rodents // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2007. Vol. 31, № 5. P. 653–677. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2007.01.005.
13. Shen Z., Liu J., He J. та ін. Towards out-of-distribution generalization: A survey. *arXiv preprint arXiv:2108.13624*. 2021. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2108.13624.
14. Chomsky N. *Language and mind*. 3-тє вид. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. DOI: 10.1017/CBO9780511791222.
15. Diamond A. Executive functions // *Annual review of psychology*. 2013. Vol. 64. P. 135–168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.
16. Miller E.K., Cohen J.D. An integrative theory of prefrontal cortex function // *Annual review of neuroscience*. 2001. Vol. 24, № 1. P. 167–202. DOI: 10.1146/annurev.neuro.24.1.167.
17. Russell S.J., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4-тє вид. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2020. (Розділи 11 «Automated Planning» та 22 «Reinforcement Learning»).
18. Xi Z., Chen W., Guo X. та ін. The rise and potential of large language model based agents: A survey. *arXiv preprint arXiv:2309.07864*. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2309.07864.
19. Wilkinson A., Huber L. Cold-blooded cognition: Reptilian cognitive abilities // *The Oxford Handbook of Comparative Evolutionary Psychology*. Oxford: Oxford University Press, 2012. (Oxford Library of Psychology). DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199738182.013.0008.

20. OpenAI. GPT-4 Technical Report. *arXiv preprint arXiv:2303.08774*. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2303.08774.
21. Anthropic. The Claude 3 Model Family: Opus, Sonnet, Haiku. *Anthropic PBC*, 2024. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www-cdn.anthropic.com/de8ba9b01c9ab7cbabf5c33b80b7bbc618857627/Model_Card_Claude_3.pdf (дата звернення: 28.04.2025).
22. Google DeepMind. Gemini 1.5: Unlocking multimodal understanding across millions of tokens of context. *arXiv preprint arXiv:2403.05530*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2403.05530.
23. Chang Y., Wang X., Wang J. та ін. A survey on evaluation of large language models. *arXiv preprint arXiv:2307.03109*. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2307.03109.
24. De Meester G., Baeckens S. Reinstating reptiles: from clueless creatures to esteemed models of cognitive biology. *Behaviour*. 2021. Vol. 158, No. 12–13. pp. 1057–1076. DOI: 10.1163/1568539X-00003718.
25. Santacà M., Wilkinson A., Stancher G. та ін. Inhibitory control in reptiles. *bioRxiv*. 2025. 2025.02.12.637795. [Preprint]. DOI: 10.1101/2025.02.12.637795.
26. Youngstrom I.A., Stowbridge B.W. Visual landmarks facilitate rodent spatial navigation in virtual reality environments // *Learning & Memory*. 2012. Vol. 19, № 2. P. 84–90. DOI: 10.1101/lm.023523.111.
27. Auersperg A.M.I., Gajdon G.K., von Bayern A.M.P. A new approach to comparing problem solving, flexibility and innovation // *Communicative & Integrative Biology*. 2012. Vol. 5, № 2. P. 140–145. DOI: 10.4161/cib.18787.
28. Schalock R.L., Borthwick-Duffy S.A., Bradley V.J. та ін. Intellectual disability: Definition, diagnosis, classification, and systems of supports (12th ed.) // *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*. 2021. Vol. 126, № 6. P. 439–452. DOI: 10.1352/1944-7558-126.6.439.
29. Kaufman A.S., Lichtenberger E.O. *Assessing adolescent and adult intelligence*. 3-тє вид. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.
30. Kaufman A.S. *IQ testing 101*. New York: Springer Publishing Company, 2009.
31. Groth-Marnat G., Wright A.J. *Handbook of psychological assessment*. 6-тє вид. Hoboken, NJ: Wiley, 2016. (Розділ про інтелектуальну оцінку).
32. Maes S.H. The Trouble with GenAI: LLMs are still not any close to AGI. They will never be. *Zenodo*. 2024. [Preprint/Report]. DOI: 10.5281/zenodo.14567206.
33. Feng T., Jin C., Liu J. та ін. How far are we from AGI: Are LLMs all we need? *arXiv preprint arXiv:2405.10313*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2405.10313.
34. Haier R.J. *The neuroscience of intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. DOI: 10.1017/9781316105771.

35. Barbey A.K. Network neuroscience theory of human intelligence // *Trends in Cognitive Sciences*. 2018. Vol. 22, № 1. P. 8–20. DOI: 10.1016/j.tics.2017.10.001.
36. Kenney M. ML research benchmark. *arXiv preprint arXiv:2410.22553*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2410.22553.
37. Berwick R.C., Chomsky N. Why only us: Language and evolution. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.
38. Marcus G. The next decade in AI: Four steps towards robust artificial intelligence. *arXiv preprint arXiv:2002.06177*. 2020. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2002.06177.
39. LeCun Y. A Path Towards Autonomous Machine Intelligence. *OpenReview*. 2022. [Preprint/Technical Report]. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://openreview.net/pdf?id=BZ5a1r-kVsf> (дата звернення: 28.04.2025).
40. Schölkopf B., Locatello F., Bauer S. та ін. Towards causal representation learning. *Proceedings of the IEEE*. 2021. Vol. 109, № 5. P. 612–634. DOI: 10.1109/JPROC.2021.3058954.
41. McLean S., Read G.J.M., Thompson J. та ін. The risks associated with Artificial General Intelligence: A systematic review // *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 35, № 5. P. 649–663. DOI: 10.1080/0952813X.2021.1964003.
42. Lake B.M., Murphy G.L. Word meaning in minds and machines // *Psychological Review*. 2023. Vol. 130, № 2. P. 387–415. DOI: 10.1037/rev0000297.
43. Oren Y. та ін. Proving test set contamination in black-box language models. *arXiv preprint arXiv: 2310.17623v2*. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2310.17623.
44. Linzen T. How can we accelerate progress towards human-like linguistic generalization? *arXiv preprint arXiv:2005.00955*. 2020. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2005.00955.
45. Acemoglu D. The simple macroeconomics of AI // *Economic Policy*. 2024. Vol. 39, № 118. P. 217–255. DOI: 10.1093/epolic/eiae042.
46. Korteling J.E., van de Boer-Visschedijk G. C., Blankendaal R. A. M. та ін. Human– versus artificial intelligence // *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 4. Art. 622364. DOI: 10.3389/frai.2021.622364.
47. Gruetzemacher R., Paradise D., Lee K. B. Forecasting transformative AI: An expert survey. *arXiv preprint arXiv:1901.08579*. 2019. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.1901.08579.
48. Goertzel B. Artificial general intelligence: Concept, state of the art, and future prospects // *Journal of Artificial General Intelligence*. 2014. Vol. 5, № 1. P. 1–48. DOI: 10.2478/jagi-2014-0001.

49. Gruetzemacher R., Paradise D., Lee K. B. Forecasting transformative AI: An expert survey. *arXiv preprint arXiv:1901.08579*. 2019. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.1901.08579.

Candidate of Philosophical Sciences, associate professor **Vasyl Khavronenko**,
associate professor **Alla Kobzar**,
Ph.D. student **Serhii Hetun**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

A CONCEPTUAL SCALE OF TASK-SOLVING CAPABILITIES: COMPARATIVE ANALYSIS OF REPTILES, MICE, HUMAN INTELLIGENCE, AND STATE-OF-THE-ART AI

Comparing cognitive abilities across biological species and artificial intelligence (AI) presents a complex yet increasingly pertinent endeavor, particularly given the rapid advancements in AI and its potential societal impact. This study addresses methodological challenges by proposing a conceptual, multidimensional task-solving complexity scale. This scale encompasses reptiles, mice, humans with low, medium, and high IQ levels, and state-of-the-art AI (circa 2024-2025). The proposed scale integrates data from comparative psychology, neuroscience, psychometrics, and AI research, focusing on dimensions such as task complexity, generality, abstractness, and planning horizon. The analysis positions entities on the scale in the following ascending order of capabilities: Reptile < Mouse < Human (Low IQ) < Human (Medium IQ) < Contemporary AI < Human (High IQ). The analysis reveals a unique and "spiky" cognitive profile for contemporary AI: it demonstrates superhuman performance in knowledge retrieval, pattern recognition, and specific complex tasks, yet exhibits profound fundamental limitations in areas crucial for general intelligence, including common-sense reasoning, causal understanding, robust adaptation, and out-of-distribution generalization. Key bottlenecks towards Artificial General Intelligence (AGI) are discussed, casting doubt on the sufficiency of merely scaling current architectures. Furthermore, ethical and societal implications associated with the deployment of powerful yet potentially "brittle" AI systems are examined. Projections for future AI development indicate significant continued progress in narrow domains within the next 5-10 years; however, the attainment of high-level human intelligence (HLMI) or AGI remains highly uncertain, contingent upon fundamental scientific breakthroughs. This paper underscores the imperative for developing improved evaluation methodologies and ensuring the responsible advancement of AI.

Keywords: Artificial General Intelligence; comparative cognition; intelligence scale; Large Language Models; LLM; human intelligence; cognitive abilities.

REFERENCES

1. Zentall T.R. Comparative cognition research demonstrates the similarity between humans and other animals // *Animals*. 2023. Vol. 13, № 7. Art. 1165. DOI: 10.3390/ani13071165; {in English}.
2. AI Index Steering Committee. The AI Index 2025 Annual Report. Stanford Institute for Human-Centered AI, Stanford University, 2025. URL: https://hai-production.s3.amazonaws.com/files/hai_ai_index_report_2025.pdf (data zvernennia: 28.04.2025); {in English}.
3. Grace K., Stewart H. ta in. Thousands of AI authors on the future of AI. arXiv preprint arXiv:2401.02843. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2401.02843; {in English}.
4. Schubiger M. N., Fichtel C., Burkart J. M. Validity of cognitive tests for non-human animals: Pitfalls and prospects // *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11. Art. 1835. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01835; {in English}.
5. UK AI Safety Institute. International AI Safety Report. DSIT 2025/001. 2025. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.gov.uk/government/publications/international-ai-safety-report-2025> (data zvernennia: 28.04.2025); {in English}.
6. Kwa T., West B., Becker J. ta in. Measuring AI ability to complete long tasks. arXiv preprint arXiv:2503.14499. 2025. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2503.14499; {in English}.
7. Leffer L. As AI advances, the meaning of artificial general intelligence remains murky // *Science News*. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.sciencenews.org/article/artificial-general-intelligence-ai-unclear> (data zvernennia: 11.04.2025); {in English}.
8. Shettleworth S.J. *Fundamentals of comparative cognition*. Oxford: Oxford University Press, 2012; {in English}.
9. Bommasani R. ta in. Can we trust AI benchmarks? An interdisciplinary review of current issues in AI evaluation. arXiv preprint arXiv:2502.06559. 2025. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2502.06559; {in English}.
10. Cowan N. The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? // *Current directions in psychological science*. 2010. Vol. 19, № 1. P. 51–57. DOI: 10.1177/0963721409359277; {in English}.

11. Morris M.R., Sohl-Dickstein J., Fiedel N. ta in. Levels of AGI for operationalizing progress on the path to AGI. arXiv preprint arXiv:2311.02462v4. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2311.02462; {in English}.
12. Dere E., Huston J.P., De Souza Silva M.A. The pharmacology, neuroanatomy and neurogenetics of one-trial object recognition in rodents // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2007. Vol. 31, № 5. P. 653–677. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2007.01.005; {in English}.
13. Shen Z., Liu J., He J. ta in. Towards out-of-distribution generalization: A survey. arXiv preprint arXiv:2108.13624. 2021. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2108.13624; {in English}.
14. Chomsky N. *Language and mind*. 3-tie vyd. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. DOI: 10.1017/CBO9780511791222; {in English}.
15. Diamond A. Executive functions // *Annual review of psychology*. 2013. Vol. 64. P. 135–168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.
16. Miller E.K., Cohen J.D. An integrative theory of prefrontal cortex function // *Annual review of neuroscience*. 2001. Vol. 24, № 1. P. 167–202. DOI: 10.1146/annurev.neuro.24.1.167; {in English}.
17. Russell S.J., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4-te vyd. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2020. (Rozdily 11 «Automated Planning» ta 22 «Reinforcement Learning»); {in English}.
18. Xi Z., Chen W., Guo X. ta in. The rise and potential of large language model based agents: A survey. arXiv preprint arXiv:2309.07864. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2309.07864; {in English}.
19. Wilkinson A., Huber L. Cold-blooded cognition: Reptilian cognitive abilities // *The Oxford Handbook of Comparative Evolutionary Psychology*. Oxford: Oxford University Press, 2012. (Oxford Library of Psychology). DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199738182.013.0008; {in English}.
20. OpenAI. GPT-4 Technical Report. arXiv preprint arXiv:2303.08774. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2303.08774; {in English}.
21. Anthropic. The Claude 3 Model Family: Opus, Sonnet, Haiku. Anthropic PBC, 2024. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://www-cdn.anthropic.com/de8ba9b01c9ab7cbabf5c33b80b7bbc618857627/Model_Card_Claude_3.pdf (data zvernennia: 28.04.2025); {in English}.
22. Google DeepMind. Gemini 1.5: Unlocking multimodal understanding across millions of tokens of context. arXiv preprint arXiv:2403.05530. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2403.05530; {in English}.
23. Chang Y., Wang X., Wang J. ta in. A survey on evaluation of large language models. arXiv preprint arXiv:2307.03109. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2307.03109; {in English}.

24. De Meester G., Baeckens S. Reinstating reptiles: from clueless creatures to esteemed models of cognitive biology. *Behaviour*. 2021. Vol. 158, No. 12–13. pp. 1057–1076. DOI: 10.1163/1568539X-00003718; {in English}.

25. Santacà M., Wilkinson A., Stancher G. ta in. Inhibitory control in reptiles. *bioRxiv*. 2025. 2025.02.12.637795. [Preprint]. DOI: 10.1101/2025.02.12.637795; {in English}.

26. Youngstrom I.A., Stowbridge B.W. Visual landmarks facilitate rodent spatial navigation in virtual reality environments // *Learning & Memory*. 2012. Vol. 19, № 2. P. 84–90. DOI: 10.1101/lm.023523.111; {in English}.

27. Auersperg A.M.I., Gajdon G.K., von Bayern A.M.P. A new approach to comparing problem solving, flexibility and innovation // *Communicative & Integrative Biology*. 2012. Vol. 5, № 2. P. 140–145. DOI: 10.4161/cib.18787; {in English}.

28. Schalock R.L., Borthwick-Duffy S.A., Bradley V.J. ta in. Intellectual disability: Definition, diagnosis, classification, and systems of supports (12th ed.) // *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*. 2021. Vol. 126, № 6. P. 439–452. DOI: 10.1352/1944-7558-126.6.439; {in English}.

29. Kaufman A.S., Lichtenberger E.O. Assessing adolescent and adult intelligence. 3-tie vyd. Hoboken, NJ: Wiley, 2006; {in English}.

30. Kaufman A.S. IQ testing 101. New York: Springer Publishing Company, 2009; {in English}.

31. Groth-Marnat G., Wright A. J. Handbook of psychological assessment. 6-te vyd. Hoboken, NJ: Wiley, 2016. (Rozdil pro intelektualnu otsinku); {in English}.

32. Maes S.H. The Trouble with GenAI: LLMs are still not any close to AGI. They will never be. Zenodo. 2024. [Preprint/Report]. DOI: 10.5281/zenodo.14567206; {in English}.

33. Feng T., Jin C., Liu J. ta in. How far are we from AGI: Are LLMs all we need? *arXiv preprint arXiv:2405.10313*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2405.10313; {in English}.

34. Haier R.J. The neuroscience of intelligence. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. DOI: 10.1017/9781316105771; {in English}.

35. Barbey A.K. Network neuroscience theory of human intelligence // *Trends in Cognitive Sciences*. 2018. Vol. 22, № 1. P. 8–20. DOI: 10.1016/j.tics.2017.10.001; {in English}.

36. Kenney M.ML research benchmark. *arXiv preprint arXiv:2410.22553*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2410.22553; {in English}.

37. Berwick R.C., Chomsky N. Why only us: Language and evolution. Cambridge, MA: MIT Press, 2016; {in English}.

38. Marcus G. The next decade in AI: Four steps towards robust artificial intelligence. arXiv preprint arXiv:2002.06177. 2020. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2002.06177; {in English}.

39. LeCun Y. A Path Towards Autonomous Machine Intelligence. OpenReview. 2022. [Preprint/Technical Report]. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://openreview.net/pdf?id=BZ5a1r-kVsf> (data zvernennia: 28.04.2025); {in English}.

40. Schölkopf B., Locatello F., Bauer S. ta in. Towards causal representation learning. Proceedings of the IEEE. 2021. Vol. 109, № 5. P. 612–634. DOI: 10.1109/JPROC.2021.3058954; {in English}.

41. McLean S., Read G.J.M., Thompson J. ta in. The risks associated with Artificial General Intelligence: A systematic review // Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence. 2021. Vol. 35, № 5. P. 649–663. DOI: 10.1080/0952813X.2021.1964003; {in English}.

42. Lake B.M., Murphy G.L. Word meaning in minds and machines // Psychological Review. 2023. Vol. 130, № 2. P. 387–415. DOI: 10.1037/rev0000297; {in English}.

43. Oren Y. ta in. Proving test set contamination in black-box language models. arXiv preprint arXiv: 2310.17623v2. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2310.17623; {in English}.

44. Linzen T. How can we accelerate progress towards human-like linguistic generalization? arXiv preprint arXiv:2005.00955. 2020. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2005.00955; {in English}.

45. Acemoglu D. The simple macroeconomics of AI // Economic Policy. 2024. Vol. 39, № 118. P. 217–255. DOI: 10.1093/epolic/eiae042; {in English}.

46. Korteling J.E., van de Boer-Visschedijk G.C., Blankendaal R.A.M. ta in. Human– versus artificial intelligence // Frontiers in Artificial Intelligence. 2021. Vol. 4. Art. 622364. DOI: 10.3389/frai.2021.622364; {in English}.

47. Gruetzemacher R., Paradise D., Lee K. B. Forecasting transformative AI: An expert survey. arXiv preprint arXiv:1901.08579. 2019. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.1901.08579; {in English}.

48. Goertzel B. Artificial general intelligence: Concept, state of the art, and future prospects // Journal of Artificial General Intelligence. 2014. Vol. 5, № 1. P. 1–48. DOI: 10.2478/jagi-2014-0001; {in English}.

49. Gruetzemacher R., Paradise D., Lee K. B. Forecasting transformative AI: An expert survey. arXiv preprint arXiv:1901.08579. 2019. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.1901.08579; {in English}.