

УДК [165.193/.195:378.015.31]:004.8

Петухова Л. Є., Поспелова О. О.

Херсонський державний університет, Херсон, Україна

ORCID ID: 0000-0002-0751-6961

ORCID ID: 0009-0007-6095-6425

ГІБРИДНА КОГНІТИВНА СИСТЕМА У ВЗАЄМОДІЇ ЛЮДИНИ, ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА СЕРЕДОВИЩА

DOI 10.14308/ite000809

Анотація. У межах дослідження здійснено теоретико-методологічний аналіз передумов і механізмів формування гібридної когнітивної системи, що виникає у результаті взаємодії трьох взаємопов'язаних агентів – людини, штучного інтелекту та соціотехнічного середовища. Людський агент розглядається диференційовано через призму діяльності здобувача вищої освіти, як суб'єкта пізнання та саморозвитку та науково-педагогічного працівника, як архітектора освітнього середовища та фасилітатора когнітивних процесів. Обґрунтовано, що поширення генеративного штучного інтелекту трансформує його функціональний статус від інструментального засобу до автономного когнітивного агента, здатного впливати на структуру, динаміку і логіку пізнавальних процесів. Така трансформація зумовлює перегляд традиційних підходів до розуміння природи когніції та механізмів організації навчальної діяльності й актуалізує концептуалізацію гібридної свідомості як емерджентного феномена, що формується в умовах біосоціотехнічної взаємодії.

Теоретичним підґрунтям дослідження виступають положення теорії розподіленого навчання та біосоціотехнічної моделі, які інтерпретують мислення як динамічну, мережеву та екологічно вбудовану систему. У цьому контексті сучасні цифрові технології, зокрема генеративний ШІ, розглядаються як когнітивні екстендери, що здатні розширювати межі індивідуального пізнання завдяки підтримці аналітичних, симулятивних і прогностичних процесів. У межах трисуб'єктної дидактики штучний інтелект визначено як повноцінного суб'єкта освітньої взаємодії, який бере участь у формуванні індивідуалізованих траєкторій навчання, адаптивному доборі контенту та когнітивній підтримці здобувача.

Особливе місце у структурі гібридної когнітивної системи відведено концепції цифрових двійників, що інтерпретуються як динамічні моделі, здатні відтворювати та прогнозувати стан і поведінку ключових освітніх агентів. Виокремлено три типи цифрових двійників – здобувача освіти, викладача та інфраструктурного середовища університету, – які функціонують у складі єдиного когнітивного контуру. Їх взаємодія забезпечує циклічність інформаційних і аналітичних процесів, що охоплюють сенсорний збір даних, когнітивно-аналітичну обробку, адаптивне формування педагогічних рішень і рефлексивне оновлення когнітивних моделей.

Окреслено алгоритмічну структуру когнітивного циклу гібридної системи, яка включає сенсорні, аналітичні, інтеграційні та рефлексивні модулі, що функціонують як узгоджені елементи єдиної соціотехнічної екосистеми. Показано, що у такій системі когнітивні процеси набувають розподіленого, поліцентричного й мережевого характеру, в якому людська інтенційність, алгоритмічна обробка інформації та соціотехнічні контексти постають взаємодоповнюючими детермінантами процесу мислення і навчальної діяльності.

Ключові слова: гібридна когніція (пізнання), трисуб'єктна дидактика, когнітивна екосистема, цифрові двійники, когнітивна емерджентність, генеративний ШІ, когнітивний екстендер, адаптивне навчання, когнітивна синергія.

Постановка проблеми. У контексті сьогодення штучний інтелект (далі – ШІ) еволюціонував від другорядного інструмента до повноцінного агента когнітивної діяльності. Це спричинює зміщення парадигми у ставленні до джерела знань, педагогічної ролі та структури процесів пізнання. ШІ вийшов за межі допоміжної функції, набувши статусу інтелектуального агента, який діє автономно та ініціює нові когнітивні виклики через непередбачувані й інноваційні рішення.

Трансформаційні процеси імплементації ШІ в освітній процес, супроводжуються появою нових форм когнітивної взаємодії. Сучасна освітня реальність постає як багатовимірна, динамічна та розподілена екосистема, що інтегрує у себе інноваційні технологічні компоненти.

У таких умовах зазнає змін також сама структура когнітивної діяльності - суб'єкт пізнання більше не обмежується пасивним сприйняттям інформації, а вступає в активну взаємодію з адаптивними алгоритмічними системами, здатними не лише варіювати знання відповідно до індивідуальних запитів, але й модифікувати когнітивну логіку мислення.

Як наслідок, формується гібридна когнітивна взаємодія, що являє собою синергетичний процес співтворення між людською інтенціональністю, машинною обчислювальною потужністю та контекстуально-медіаційним середовищем.

Формування гібридного когнітивного середовища актуалізує низку викликів, що виходять за межі суто технічного виміру, охоплюючи етичні, епістемологічні та комунікативні аспекти. У фокус наукового осмислення потрапляють питання авторства та відповідальності за створений за участю ШІ зміст, особливості формування когнітивних навичок у постійній взаємодії з алгоритмічними системами, а також проблема розмежування людського та машинного компонентів у процесі мислення.

Вирішення цих комплексних проблем вимагає перегляду усталених уявлень про природу пізнання, механізми ментальної діяльності та роль суб'єкта у когнітивному процесі. У цьому контексті однією з перспективних аналітичних парадигм виступає концепція гібридної когнітивної системи, що і стає предметом подальшого дослідницького аналізу.

Метою статті є концептуалізація та теоретичне обґрунтування механізмів інтеграції людських агентів у гібридну когнітивну систему, побудовану на основі трисуб'єктності, де їхня взаємодія опосередковується технологіями штучного інтелекту та цифровими двійниками для оптимізації як процесів навчання, так і стратегій педагогічного управління.

У межах дослідження передбачається аналітичне розкриття механізмів інформаційного обміну між зазначеними суб'єктами, з акцентом на динамічну, розподілену та контекстно-обумовлену природу пізнання, яка формує нову якість когнітивної діяльності. Трисуб'єктна структура взаємодії дозволяє інтерпретувати гібридну когнітивну систему як таку, що виходить за межі традиційного дихотомічного поділу «людина – інструмент», натомість формуючи поліцентричну модель мислення, де межі між людським і машинним дедалі більше розмиваються.

Теоретичне обґрунтування проблеми. У сучасній когнітивній науці спостерігається кардинальний перегляд традиційних уявлень про свідомість та пізнання. Раніше когнітивна система людини розглядалась переважно як внутрішня нейропсихологічна структура, локалізована у мозку, сьогодні вона інтерпретується як багаторівнева, динамічна та розподілена система, яка функціонує у взаємодії біологічних, соціальних і технологічних чинників.

Згідно з визначенням, когнітивна система являє собою «компонент людської свідомості, що забезпечує виконання основних функцій центральної нервової системи, включаючи сприйняття, пам'ять, мислення, мовлення, уяву та прийняття рішень» [7].

Вона виявляє себе не лише в обробці сприйнятої інформації, але й у взаємозв'язках із перцептивним і культурним досвідом особистості, що фіксується у мові та комунікативних практиках [12]. Пізнання у більш ширшому сенсі, охоплює як процеси вищого порядку, такі як мислення, мовлення та інші, так і сенсомоторні та перцептивні акти щоденного зіткнення людини зі світом [9].

Перехід до гібридної когнітивної системи ґрунтується на двох міждисциплінарних філософсько-системних парадигмах, що забезпечують основу інтеграції біологічних, соціальних та технологічних вимірів когнітивної діяльності.

Теорія розподіленого навчання передбачає, що когнітивні процеси виходять за межі індивідуального організму та включають зовнішні репрезентації, соціальні мережі та технологічні артефакти як невід’ємні елементи пізнавальної системи [5]. У цьому контексті організацію чи освітню групу розглядають як сукупність автономних агентів, які діючи самостійно, взаємодіють та усвідомлюють власну взаємозалежність [1]. Такий підхід формує поліцентричну модель пізнання, що протиставляється традиційній антропоцентричній перспективі. Емпіричні дослідження в межах розподіленого навчання, зокрема в соціотехнічних системах, демонструють, що когнітивні процеси виникають через розподіл та трансформацію репрезентаційних станів між різними медіа – як внутрішніми (нейронними), так і зовнішніми (соціальними та технологічними) [4].

Біосоціотехнічна модель є розвитком класичної біопсихосоціальної моделі, що інтегрує технологічні елементи як активні компоненти когнітивної системи. У межах цієї парадигми пізнання розглядається як емерджентна властивість складних адаптивних систем, що проявляється у динамічній взаємодії між біологічним тілом, соціальним середовищем та технологіями [2]. Така інтегративна перспектива дозволяє пояснити неможливість редукції когнітивних процесів до ізольованої нейронної активності, підкреслюючи, що пізнання формується у континуумі між тілом, соціумом та технологіями, що породжує нові когнітивні патерни та динамічні структури знання.

Поєднання теорії розподіленого навчання та біосоціотехнічної моделі забезпечує системне обґрунтування концепції гібридної когнітивної системи, де когніція (пізнання) розглядається як розподілена, інтегративна та емерджентна властивість складних адаптивних систем, що охоплюють біологічний, соціальний та технологічний виміри.

Особливої актуальності ця проблематика набуває у зв’язку з розвитком ШІ, який поступово вийшов за межі допоміжної функції та перетворився на повноцінного агента когнітивної діяльності. Філософський зсув полягає у переході від оцінки ШІ за генеративною здатністю до фокусу на його агентності – здатності до автономної дії, планування та рефлексії [8]. Сучасні генеративні моделі ШІ здатні не лише аналізувати великі обсяги даних, а й пропонувати інноваційні рішення, моделювати ситуації та співтворити знання разом із людиною. У результаті формується новий формат мислення – гібридна свідомість, яка виникає у трисуб’єктній взаємодії людини, ШІ та середовища.

Інтеграція ШІ породжує критичну діалектику когнітивних процесів. З одного боку, спостерігається підсилення когнітивних можливостей, що проявляється у збільшенні аналітичних та обчислювальних здібностей людини. З іншого боку, виникає ризик когнітивного розвантаження, коли делегування складних розумових завдань зовнішнім технологіям може призводити до поступового ослаблення критичного мислення та зниження залученості у глибоке, рефлексивне пізнання [6].

Емпіричні дані свідчать, що надмірне покладання на ШІ особливо проявляється серед молодих користувачів, що потребує спеціальних когнітивних стратегій та педагогічних підходів [13]. У цьому контексті критично важливим є проєктування ШІ, спрямоване на підтримку метакогніції та збереження людської агенції, а не її заміни, що становить центральний принцип концепції гуманно-центричної синергії.

Таким чином, теоретичне підґрунтя статті полягає в аналізі когніції як емерджентної, мережевої та інтегрованої системи, у якій взаємодія біологічного, соціального та технологічного вимірів формує новий тип свідомості – гібридну. Саме ця концепція стає основою для подальшого розгортання трисуб’єктної моделі гібридної когніції та її освітніх застосувань.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перехід від класичного до сучасного бачення когнітивних процесів зумовлює потребу у створенні багатовимірних моделей пізнання. Замість інтерпретації свідомості як ізольованої нейропсихологічної структури

сьогодні акцент переноситься на її інтегративний, розподілений характер, що реалізується у взаємодії біологічних, соціальних та технологічних чинників.

На біологічному рівні когнітивна система постає як складна нейродинамічна мережа, де мозок функціонує у взаємодії з тілом і сенсорними системами. Нейропластичність забезпечує здатність до навчання та адаптації, створюючи основу для формування нових когнітивних патернів [12]. Концепція втіленого пізнання доводить, що мислення неможливо відокремити від тілесного й сенсомоторного досвіду – кожен акт когніції відбувається у тісному зв'язку з діями та відчуттями суб'єкта. Таким чином, біологічний рівень визначає базові когнітивні можливості людини – пам'ять, увагу, сприйняття, уяву та здатність до абстрактного мислення.

Пізнання формується не ізольовано, а в межах соціокультурних практик, що визначають способи пізнання й мислення.

Застосування мобільних пристроїв, хмарних систем, сенсорних екосистем та генеративного ШІ засвідчує, що сучасні технології функціонують не як пасивні посередники, а й активні когнітивні партнери, здатні здійснювати аналітичні операції, прогнозувати сценарії та ініціювати нові траєкторії мислення.

У сучасній когнітивній науці та філософії техніки зростає інтерес до аналізу механізмів технологічного розширення мислення. В межах цього підходу можна виокремити шість ключових форм (табл.1), які репрезентують різні напрями інтеграції технічних систем у когнітивну діяльність індивіда.

Таблиця 1.
Форми технологічного когнітивного розширення

Форма	Приклади технологій	Основна функція
Зберігання та обробка інформації	Смартфони, хмарні сервіси, цифрові архіви	Виконують роль зовнішньої пам'яті знижують навантаження на біологічні механізми, забезпечують доступ до великих масивів даних
Підсилення аналітичних і обчислювальних процесів	Статистичні пакети, алгоритмічні системи, ШІ	Забезпечують високу швидкість і точність обчислень, перевищуючи межі природного мислення
Візуалізація абстракцій	Інтелектуальні карти, 3D-моделі, графічні інтерфейси, симуляційні середовища	Перетворюють абстрактні поняття на наочні когнітивні структури, стимулюють креативність і стратегічне планування
Автоматизація рутинних когнітивних завдань	Автоматичний переклад, сортування даних, адаптивні алгоритми	Знижують когнітивне навантаження. Дозволяючи зосередитися на складних і творчих задачах
Колективне мислення	Хмарні документи, колаборативні платформи, віртуальні дошки	Формують розподілені когнітивні системи, де знання створюється у взаємодії між людьми та ШІ
Адаптивна взаємодія	Генеративні моделі ШІ	Віддзеркалюють логіку користувача, адаптуються до його стилю мислення, формують персоналізовані когнітивні траєкторії

Сучасна (пізнання) постає як біосоціотехнічний феномен, у якому технології є не лише зовнішніми помічниками, а органічними складовими мисленнєвого процесу. Гіпотеза розширеного розуму доводить, що пізнання не обмежується лише мозком чи навіть тілом, а зовнішні об'єкти можуть функціонувати як органічні складові мисленнєвого процесу [11]. Це

створює передумови для виникнення гібридної когнітивної системи, у якій людина, технології та середовище взаємодіють як рівноправні учасники пізнання.

Штучний інтелект у сучасному науковому дискурсі дедалі частіше розглядається не лише як допоміжний інструмент, а як повноцінний когнітивний екстендер, що розширює межі людського мислення та інтегрується у саму структуру когнітивної діяльності. А. Clark, D. Chalmers наголошують: «Коли ми використовуємо зовнішнє середовище як розширення нашого простору для мислення, деякі з наших когнітивних процесів також можна вважати розширеними» [11]. ШІ, в свою чергу, також постає як розширення людських когнітивних можливостей, доповнюючи та підсилюючи процес мислення. На відміну від традиційних цифрових засобів, генеративні моделі та інтелектуальні системи не обмежуються функцією збереження чи відтворення інформації. Вони здатні доповнювати сенсорне сприйняття, інтегруючи дані з різних джерел у комплексні візуалізації та аналітичні моделі, стимулювати формування нових ідей шляхом використання несподіваних варіантів рішень і концептуальних поєднань, які виходять за межі індивідуального досвіду користувача. Важливим аспектом є також можливість моделювання сценаріїв та прогнозування наслідків рішень, що переводить процес пізнання в експериментально-прогностичний режим. Це означає, що ШІ не лише підсилює традиційні когнітивні процеси, але й змінює сам спосіб постановки та розв'язання проблем.

Крім того, взаємодія з інтелектуальними системами трансформує патерни навчання. Якщо раніше навчання здебільшого зводилося до пасивного споживання інформації, то сьогодні завдяки діалогічному режиму співпраці зі ШІ воно набуває характеру дослідницького співтворення знань. Моделі здатні адаптуватися до стилю мислення користувача, відзеркалювати логіку його міркувань і пропонувати персоналізовані когнітивні траєкторії, що сприяє індивідуалізації освітнього процесу та розвитку критичного мислення.

У цьому контексті важливо звернутися до концепції трисуб'єктної дидактики, яка, за визначенням Л.Є. Петухової та О.В. Співаковського, є «одним із напрямів педагогічної науки про найбільш загальні закономірності, принципи та засоби організації навчання, що забезпечує свідоме та міцне засвоєння системи знань, умінь і навичок у межах рівноправних взаємин учня (студента), учителя (викладача) та інформаційно-комунікаційного педагогічного середовища» [10]. Таким чином, ШІ можна розглядати як новітній компонент цього середовища, який із допоміжного інструмента перетворюється на повноцінного суб'єкта дидактичної взаємодії.

Когнітивні агенти ШІ репрезентують суттєвий етап еволюції інтелектуальних технологій, оскільки забезпечують універсальні та високофункціональні засоби розширення людських когнітивних і операційних можливостей у різних сферах діяльності [14]. У такій перспективі ШІ функціонує не як пасивний носій інформації, а як динамічний когнітивний посередник, що змінює саму структуру пізнавальної діяльності. Він інтегрується у когнітивний контур людини, перебираючи на себе частину операцій, пов'язаних із пам'яттю, увагою, пошуком і аналітичною обробкою даних. Саме тому його доцільно розглядати як невід'ємну складову когнітивної системи, яка забезпечує не лише оптимізацію вже існуючих процесів, а й створенню принципово нових патернів мислення.

Цей процес особливо проявляється у трисуб'єктній взаємодії «людина – штучний інтелект – середовище», у якій штучний інтелект не просто підтримує, а трансформує когнітивну архітектуру. Людина привносить наміри, цінності та семантичну інтерпретацію, середовище задає контекстуальні рамки та культурно-історичну основу, а ШІ надає обчислювальну потужність, латентне структурування даних і здатність генерувати нові комбінації знань. У результаті виникає гібридна свідомість – емерджентне явище, що характеризується самоорганізацією, адаптивністю та формуванням нових способів пізнання, недоступних для кожного з компонентів окремо. Це свідчить про якісно новий рівень когнітивного розвитку, у якому межа між біологічним, соціальним і технологічним поступово стирається, а пізнання постає як інтегрована система співтворення знань.

Гібридна когнітивна система в освітньому вимірі визначається як інтегрована єдність трьох взаємодіючих агентів – здобувача, ШІ та освітнього середовища, які функціонують як цілісний когнітивний організм. Вона не може бути зведена ані до індивідуальних когнітивних процесів окремого здобувача освіти, ані до алгоритмічної роботи технологічних систем. Її гібридність полягає у тому, що нові способи навчання та формування знань виникають саме завдяки синергетичній взаємодії всіх компонентів, де кожен із них зазнає трансформації у процесі співпраці.

У цій системі студент виступає суб'єктом намірів, мотивації та сенсотворення, ШІ виконує функцію когнітивного екстендера, забезпечуючи аналітичну підтримку, моделювання ситуацій і генерацію рішень, а освітнє середовище надає комунікативні рамки, інформаційні потоки та культурно-історичний контекст. У результаті формується динамічна мережа обміну інформацією та смислами, що виходить за межі традиційної моделі «викладач – студент».

З педагогічної точки зору, така система трансформує навчання із процесу передачі готових знань у спільне конструювання смислів. Знання стає продуктом циклів взаємодії, які реалізуються у трикутнику «студент – викладач – середовище». Це забезпечує перехід від репродуктивної парадигми до дослідницько-проектної, де навчання набуває характеру співтворення, а освітній процес – властивостей адаптивності, інтерактивності та емерджентності.

Гібридна когнітивна свідомість виступає системним когнітивним утворенням, яке функціонує на перетині трьох взаємопов'язаних агентів: біологічного, алгоритмічного та інфраструктурного (рис.1). Сутність полягає у переході від лінійного, антропоцентричного розуміння мислення до когнітивного симбіозу, у якому пізнавальні процеси набувають характеру емерджентних структур, тобто таких, що виникають із взаємодії різних типів інтелекту та не можуть бути редуковані до жодного з них окремо.



Рис. 1. Модель гібридної когнітивної свідомості

У межах цієї моделі людська когніція вже не є автономною чи замкненою у власних нейропсихологічних механізмах. Вона розгортається у динамічному середовищі когнітивного обміну, де відбувається постійна циркуляція інформації, смислів і дій між агентами системи. Внаслідок цього формується інтегральний когнітивний континуум, у якому біологічні процеси мислення, алгоритмічні обчислення та соціально-технічна організація середовища взаємно доповнюють і трансформують одне одного.

Вважаємо доцільним зацентрувати увагу на переході від класичної трисуб'єктної дидактики (здобувач – викладач – інформаційно-комунікаційне середовище) до моделі де суб'єктами виступають – людина, штучний інтелект та середовище, що в свою чергу не означає редуції або усунення окремих людських суб'єктів освітнього процесу.

Категорія «людина» використовується в узагальненому методологічному значенні та охоплює обох біологічних агентів – здобувача освіти та викладача. Таким чином, трансформація формулювання відображає інтеграцію цифрового агента до суб'єктної структури, а не зміну її людського складу.

У межах когнітивної системи доцільно розрізняти функціональні позиції здобувача та викладача. Так в свою чергу, здобувач освіти виступає центральним суб'єктом пізнання, носієм намірів та ініціатором освітньої активності. Він формує навчальні цілі, здійснює когнітивну обробку інформації, взаємодії з алгоритмічними інструментами та приймає рішення щодо власної освітньої траєкторії. Його роль зберігає автономний характер і не зводиться до пасивного використання рекомендацій штучного інтелекту.

Викладач у гібридній системі виконує регулятивну функцію. Його діяльність набуває стратегічного та інтерпретаційного виміру, а саме:

- здійснює педагогічну інтерпретацію даних, сформованих цифровими моделями;
- проектує освітні сценарії та визначає логіку інтеграції інструментів ШІ;
- забезпечує фасилітацію когнітивного розвитку здобувача;
- здійснює етичний контроль меж використання алгоритмічних систем.

Штучний інтелект у запропонованій моделі не заміщує викладача, а функціонує як когнітивний екстендер – інструмент розширення аналітичних і прогностичних можливостей людських суб'єктів. Стратегічні, ціннісні та нормативні рішення залишаються у сфері відповідальності викладача та здобувача.

Крім операційного рівня взаємодії «здобувач – ШІ – середовище», у системі функціонує рівень «викладач – ШІ – середовище», у межах якого здійснюється аналіз освітньої динаміки, коригування педагогічних стратегій та інституційна реалізація прийнятих рішень. Це дозволяє розглядати гібридну когнітивну систему як розширення класичної трисуб'єктної дидактики, а не її заперечення.

На відміну від традиційних моделей пізнання, де суб'єкт і об'єкт протистоять один одному, гібридна когнітивна система є екологічною за своєю природою, тобто вона не існує поза взаємодією, а виникає всередині неї. Це означає, що знання не передається, а співконструюється у процесі комунікації, аналізу, технологічної медіації та соціальної рефлексії.

Ключовим принципом функціонування гібридної когніції є синергетична інтеграція, що передбачає появу нових когнітивних якостей унаслідок взаємодії компонентів системи (рис.2). Саме завдяки узгодженій роботі цих трьох рівнів відбувається трансформація когнітивного процесу – від лінійного до мережевого, що формує якісно нову форму мислення – розподілену когнітивність.

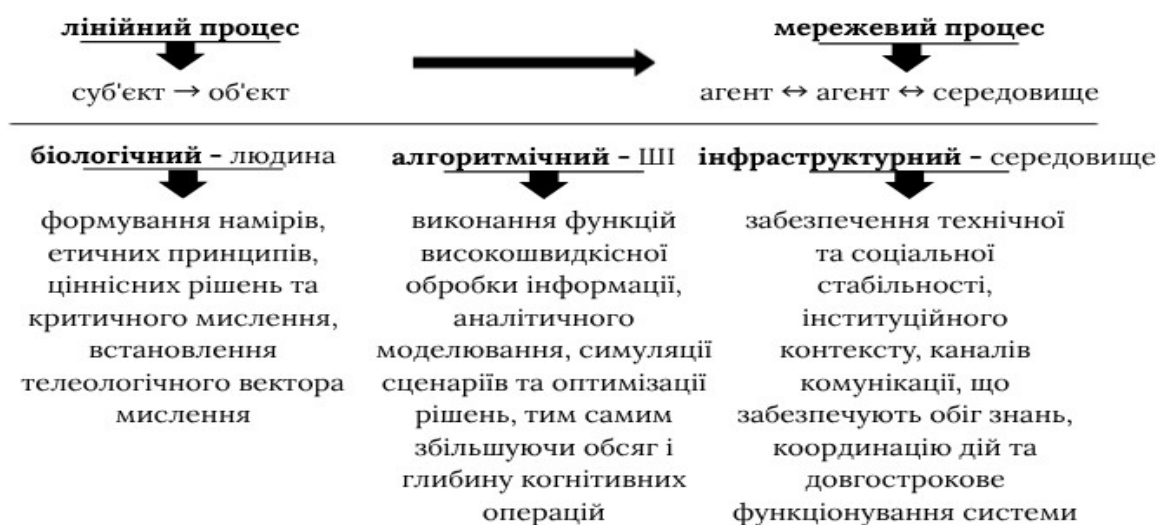


Рис. 2. Схема нових когнітивних якостей компонентів системи

Гібридна когнітивна система функціонує не як сукупність ізольованих компонентів, а як інтелектуальний організм, у якому між агентами постійно циркулюють потоки інформації, смислів і дій. Ця взаємодія вибудовується через алгоритмічну архітектуру комунікацій, що підтримує узгодженість і динамічну рівновагу системи.

Умовно її можна розглядати як трикомпонентний когнітивний контур, де кожен канал не просто передає інформацію, а виконує роль механізму перетворення мислення на різних рівнях – від людського до алгоритмічного.

Перший канал – API-взаємозв'язки – виступає точкою дотику біологічного (людина) та алгоритмічного (ШІ) агентів. Людські наміри, сформульовані у вигляді запитів, промптів або голосових команд, трансформуються у машинно-читабельні структури, які інтерпретує штучний інтелект. У зворотному напрямі, результати будуть представлені у зручній для людини формі – текст, візуалізація, симуляція чи рекомендація. API-взаємодія виконує функцію когнітивного перекладу, синхронізуючи природну мову мислення з формалізованою логікою алгоритму. Тобто, це своєрідний нейронний інтерфейс співрозуміння, що перетворює наміри на дії, а дані – на знання.

Другий канал – ситуативно-контекстуальні дані, де алгоритмічний (ШІ) агент взаємодіє з інфраструктурним середовищем, акумулюючи дані з сенсорних систем, навчальних платформ, соціальних мереж і поведінкових факторів. Цей канал функціонує як когнітивний сенсоріум, що забезпечує відчуття середовища – сприйняття його змін, ризиків і потенціалу. Штучний інтелект аналізує ці дані, створює контекстуальні моделі, прогнозує наслідки й оптимізує дії системи. У результаті гібридна когнітивна структура здатна самостійно адаптуватися до нових умов, оновлюючи власні уявлення про реальність у режимі реального часу.

Третій канал – соціальна комунікація, яка забезпечує гуманітарно-смыслову координацію системи, у межах якої знання отримують соціальний і культурний вимір. Він охоплює цифрові освітні простори, колективні форуми, репозитарії знань і комунікативні платформи, де результати когнітивної діяльності набувають форми суспільно визнаного змісту. Тут відбувається легітимація нових знань – їх перевірка, критичне осмислення й інтеграція у колективний досвід, що перетворює індивідуальне пізнання на соціальний процес.

Скоординована робота цих трьох каналів формує замкнений когнітивний цикл, у якому інформація не просто циркулює, а еволюціонує – трансформується, оцінюється й повертається до системи в оновленому вигляді. Постійний взаємовплив робить гібридну когнітивну свідомість не статичним конструктом, а самоорганізованою динамічною системою, здатною до навчання, самокорекції та творчого розвитку.

У своїй основі гібридна когнітивна свідомість є нелінійною багаторівневою системою, що поєднує біологічні, обчислювальні та соціально-культурні процеси у єдиному когнітивному просторі. Її ефективність визначається не кількістю інформації чи обчислювальної потужності, а якістю синхронізації між рівнями, тобто здатністю до узгодження смислів, дій і стратегій.

Гібридна когнітивна свідомість у системі взаємодії людини та штучного інтелекту має амбівалентний характер. Вона поєднує розширення когнітивних можливостей із ризиками делегування частини автономних функцій алгоритмічним системам.

Позитивний вимір полягає у синергії людської інтенційності та обчислювальних ресурсів ШІ, що сприяє аналітичному розширенню, моделюванню альтернатив і персоналізації навчання. Ризики пов'язані із потенційним зниженням критичної рефлексії та формуванням залежності від алгоритмічних рекомендацій.

Амбівалентність гібридної свідомості вимагає поєднання технологічних інновацій із нормативно-етичними механізмами захисту когнітивної автономії суб'єктів освіти.

У межах когнітивної екосистеми, де людина виступає інтенційним ядром, ШІ – аналітичним процесором, а середовище – організаційним полем, постає потреба у створенні моделі, здатної інтегрувати ці три складники у єдину динамічну систему.

Саме таку інтеграційну роль починає відігравати концепція цифрових двійників (Digital Twins), яка переносить принципи когнітивної взаємодії у цифровий вимір. Цифрові двійники виступають віртуальною реплікою фізичного об'єкта чи системи, що підтримує синхронізацію зі своїм прототипом у режимі реального часу. Серед переваг виділяють прогнозування можливих змін або наслідків втручань, це в свою чергу відкриває можливість формування проактивного режиму навчання, де система може наперед ідентифікувати потенційні «сліпі зони» чи «когнітивні розриви» та ініціювати необхідну адаптацію [3].

У цьому ж теоретичному полі концепція Digital Twins виходить із площини технічного інжинірингу у сферу когнітивного проектування освітніх систем, де вона виконує роль архітектурного каркасу для реалізації гібридної когніції. Цифровий двійник при цьому функціонує як динамічна віртуальна модель, що безперервно взаємодіє із своїм реальним прототипом. Фізичний агент передає дані про свій стан і діяльність, а цифровий двійник аналізує отриману інформацію, пропонує рішення, прогнозує сценарії розвитку та повертає результати у вигляді когнітивних рекомендацій. У такий спосіб створюється замкнений цикл рефлексивного обміну, у якому відображення переходить у взаємодію, а взаємодія – у спільне мислення.

У когнітивному вимірі цифровий двійник – це не просто технічна копія, а алгоритмічно реалізований аналог свідомості. Він не лише фіксує дані про діяльність, а й моделює логіку мислення, структуру мотивації, патерни прийняття рішень. Саме тому цифровий двійник можна трактувати як операційного носія гібридного мислення, у якому взаємодіють три виміри – людська інтенційність, алгоритмічна аналітика й інфраструктурна підтримка середовища.

У межах університетської системи цифрові двійники формують триєдину архітектуру когнітивної взаємодії, що відповідає трьом рівням гібридної свідомості.

1)Цифровий двійник здобувача – персоналізований когнітивний профіль.

Він функціонує як інтелектуальний аватар здобувача освіти, який накопичує дані про темп і стиль навчання, когнітивне навантаження, рівень мотивації, емоційну динаміку та стратегії пізнання. На основі алгоритмів машинного навчання цей двійник створює адаптивну траєкторію розвитку, пропонуючи оптимальні завдання, ресурси й точки рефлексії. Таким чином, студент отримує не просто рекомендації, а дзеркало власного мислення, яке навчається разом із ним, коригуючи освітній процес у режимі реального часу.

2)Цифровий двійник викладача – аналітична модель педагогічної діяльності.

Цей агент виконує метарефлексивну функцію – збирає дані про навчальні методи, взаємодію з аудиторією, часову динаміку занять та ефективність комунікації. Отримана інформація дозволяє моделювати педагогічні сценарії, передбачати результати та виявляти когнітивні розриви у сприйнятті матеріалу. Викладацький двійник перетворює педагогічний досвід на аналітичну систему самооцінки, що допомагає не лише оптимізувати освітній процес, а й відтворити його у формі алгоритмічного знання – структурованого, вимірюваного, прогнозованого.

3)Інфраструктурний цифровий двійник університету – когнітивне середовище взаємодії.

На цьому рівні цифровий двійник інтегрує технічні, організаційні та соціальні компоненти освітньої системи. Він узгоджує дані з навчальних платформ, сенсорних мереж, бібліотечних репозитаріїв, адміністративних систем і комунікативних сервісів. Завдяки цьому створюється інтелектуально-керована екосистема, у якій ресурси, час і взаємодія координуються відповідно до когнітивних потреб здобувачів і викладачів. Інфраструктурний двійник виступає посередником між індивідуальними процесами мислення та колективним середовищем знання.

Інтеграція цифрових двійників здобувача, викладача та інфраструктурного двійника університету формує аналітичну основу гібридної когнітивної системи. Водночас така модель потребує критичного осмислення як її переваг, так і потенційних вразливостей.

Якщо казати про сильні сторони цифрових двійників, ми можемо зауважити, що вони забезпечують високий рівень персоналізації освітньої траєкторії. Моделювання когнітивного профілю здобувача дозволяє адаптувати складність матеріалу, темп навчання та формат подання інформації відповідно до індивідуальних характеристик.

Також вони мають прогностичний потенціал, оскільки аналітика навчальної динаміки дає змогу виявляти ризики академічних труднощів та пропонувати альтернативні сценарії освітнього розвитку.

Цифровий двійник викладача розширює можливості педагогічної рефлексії, дозволяючи аналізувати ефективність методик, варіативність стратегій і коригувати освітню архітектуру на основі емпіричних даних.

Разом із перевагами цифрові двійники акумулюють знання не лише про сильні сторони суб'єкта, а й про його когнітивні уразливості. Глибоке моделювання мотиваційних тригерів, типових помилок і поведінкових патернів створює потенційну можливість алгоритмічного впливу на прийняття рішень. Персоналізовані рекомендації можуть не лише підтримувати оптимальні стратегії, але й переконувати суб'єкта у певному виборі навіть за наявності кращих альтернатив. У цьому полягає ризик прихованої маніпулятивності, особливо за умов непрозорості алгоритмічної логіки.

Додатковим викликом є проблема упередженості. Якщо на вході системи використовуються однакові або обмежені сигнали, то на виході можуть формуватися однотипні стратегії. За малих вибірок даних або відсутності доступу до релевантних предикторів цифровий двійник здатний відтворювати стереотипізовані освітні сценарії, що знижує рівень індивідуалізації та посилює ризик статистичної упередженості.

Не менш значущою є проблема приватності. Ефективне функціонування цифрових двійників передбачає використання значного обсягу персоналізованих даних. Проте не всі учасники освітнього процесу готові надавати детальну конфіденційну інформацію. Це створює необхідність балансу між аналітичною точністю та принципом мінімізації даних, а також запровадження механізмів добровільної згоди та прозорого управління інформацією.

Питання частоти перенавчання моделей також має принципове значення. Цифровий двійник повинен оновлюватися динамічно, відображаючи актуальний стан знань і компетентностей. Водночас надмірна частота перенавчання може збільшувати обсяг обробки персональних даних і підвищувати ризики їх витоку. Отже, необхідною є регульована динамічність моделей, що поєднує адаптивність із захистом інформації.

Для усунення двозначності щодо ролі викладача доцільно інтерпретувати гібридну систему як поліцентричну модель.

У центрі такої архітектури перебуває здобувач освіти як носій інтенційності та когнітивної автономії. На структурних вершинах розташовані викладач, штучний інтелект (у формі системи цифрових двійників) та освітнє середовище (рис.3).



Рис. 3. Поліцентрична модель гібридної когнітивної системи

У цій поліцентричній моделі:

- ІІІ виконує функцію когнітивного екстендера та аналітичного інструменту;
- викладач здійснює стратегічну, інтерпретаційну та етичну регуляцію;
- середовище забезпечує нормативно-інституційні умови функціонування системи.

Таким чином, штучний інтелект не заміщує викладача, а інтегрується у взаємодію як технологічний компонент, що підсилює аналітичні можливості людських суб'єктів. Взаємодія «викладач – ІІІ – середовище» функціонує на стратегічному рівні, тоді як «здобувач – ІІІ – середовище» реалізується на операційному рівні освітнього процесу.

Цифрові двійники в гібридній когнітивній системі мають значний потенціал персоналізації та прогностичності, проте супроводжуються ризиками маніпулятивності, алгоритмічної упередженості, обмежень приватності та надмірної алгоритмізації освітніх рішень. Їх ефективне впровадження можливе лише за умови збереження пріоритету людської суб'єктності, прозорості алгоритмічних механізмів та нормативно-етичного регулювання процесів оновлення і використання даних.

Ключовою особливістю цієї архітектури є циклічність когнітивного обміну, що утворює емерджентний цикл навчання. У результаті виникає динамічна петля взаємної адаптації, у межах якої кожен агент – людина, ІІІ та середовище – не лише реагує на зміни, а ініціює їх, утворюючи когнітивний резонанс. Саме в цьому резонансі зароджується нова якість мислення – спільна інтелектуальна свідомість системи, здатна продукувати ідеї, яких жоден агент не створив би самостійно.

Ефективність гібридної когнітивної екосистеми можна описати як замкнений цикл когнітивного обміну, у межах якого відбувається безперервна циркуляція інформації, її аналітична обробка, смислова інтерпретація й адаптація педагогічних дій. Кожен двійник виконує власну функцію, але діє не автономно, а як елемент спільного алгоритмічного контуру самонавчання.

На першій фазі двійник здобувача ініціює когнітивний процес, передаючи дані до педагогічного рівня системи (таблиця 2). Цей двійник стає тригером когнітивного зворотного зв'язку, ініціюючи змін у педагогічній підсистемі та створюючи умови для глибокої аналітичної діагностики освітнього процесу.

Таблиця 2.
Вплив цифрового двійника здобувача освіти

Фаза процесу	Опис когнітивної дії	Результат
Збір даних	Фіксуються параметри навчальної активності (час роботи, успішність, швидкість реагування), когнітивні особливості (тип мислення, стилі сприйняття) та афективно-мотиваційні показники (залученість, концентрація, емоційний стан).	Формується первинний когнітивно-аналітичний профіль здобувача.
Передача даних	Потоки інформації надходять до викладацького двійника через інтелектуальні API-зв'язки, проходячи класифікацію, фільтрацію та структурну нормалізацію.	Забезпечується узгоджений формат даних для педагогічного аналізу.
Аналітика	Викладацький двійник застосовує алгоритми learning analytics і когнітивного моделювання для виявлення закономірностей – перевантаження, «сліпих зон», відхилень у динаміці засвоєння.	Виявляються індивідуальні траєкторії навчання й ризикові зони.
Інтерпретація	Результати аналізу візуалізуються у вигляді когнітивних карт, що відображають структуру мислення здобувача, його сильні сторони, типові помилки й зони розвитку.	Створюється основа для педагогічного зворотного зв'язку та адаптації стратегії навчання.

На другій фазі відбувається рециркуляція даних – викладацький двійник трансформує результати аналітики у адаптовані навчальні стратегії, що повертаються в освітнє

середовище (таблиця 3). Цей етап створює ефект коеволюції, коли здобувач і педагогічна система не пристосовуються одне до одного механічно, а розвиваються спільно, що є ознакою когнітивної зрілості системи.

Таблиця 3.

Зворотний вплив викладацького двійника та двійник здобувача

Фаза процесу	Опис когнітивної дії	Результат
Моделювання педагогічної відповіді	Викладацький двійник, спираючись на результати аналітики, формує варіативні моделі навчання – змінює темп, структуру подачі матеріалу, інтенсивність зворотного зв'язку чи тип оцінювання.	Педагогічна система адаптується до індивідуальної динаміки здобувача.
Генерація адаптивного контенту	Система створює персоналізовані завдання, мікросценарії, симуляції або тренажери, синхронізовані з когнітивним профілем здобувача.	Формується індивідуалізований освітній контент, що підтримує ефективне засвоєння знань.
Рефлексивний зворотний зв'язок	Цифровий двійник здобувача аналізує нові умови, оновлює власну траєкторію навчання, коригує темп і форми роботи, формує рефлексивні звіти.	Активується саморегуляція навчання та когнітивна рефлексія студента.
Циклічне оновлення	Дані повторно надходять у систему, ініціюючи замкнений цикл «аналіз – адаптація – реакція – рефлексія»	Забезпечується стійка динаміка коеволюції між здобувачем і педагогічною системою.

Інфраструктурний цифровий двійник функціонує як когнітивний регулятор, який забезпечує узгодженість, стабільність і баланс у спільному мисленні системи (таблиця 4). У такий спосіб інфраструктурний двійник формує метарівень когнітивної інтеграції, де взаємодія людини та ШІ перетворюється на цілісний соціотехнічний процес навчання.

Таблиця 4.

Функції інфраструктурного цифрового двійника

Фаза процесу	Опис когнітивної дії	Результат
Системна інтеграція	Інфраструктурний двійник агрегує інформаційні потоки з LMS, IoT-сенсорів, освітніх платформ, без знань і цифрових журналів, створюючи єдине аналітичне середовище.	Забезпечується цілісність і узгодженість даних освітньої системи.
Синхронізація процесів	Координуються часові й ресурсні параметри освітньої діяльності (розклади, доступ до контенту, навантаження), що знижує фрагментарність освітнього досвіду.	Підвищується ефективність управління освітніми процесами.
Макроаналіз процесів	Здійснюється аналітика другого рівня, яка виявляє макрозаконотвірності – відмінності у динаміці навчання груп, неефективні комунікаційні канали, дисбаланс у використанні цифрових ресурсів.	Формуються стратегічні висновки для оптимізації освітнього середовища.
Підтримка когнітивної стабільності	Регулюється інтенсивність інформаційних потоків і когнітивне навантаження, запобігаючи перевантаженню системи.	Підтримується когнітивний баланс між усіма агентами освітньої екосистеми.

Алгоритмічна модель когнітивного циклу відображає замкнену динаміку взаємодії цифрових двійників університетського середовища (рисунок 4), у якій кожен етап виконує функцію окремого когнітивного модуля. Цей цикл поєднує сенсорну, аналітичну, інтеграційну, адаптивну та рефлексивну фази, утворюючи саморегульовану систему гібридного пізнання.



Рис. 4. Алгоритмічна модель когнітивного процесу

На першому етапі, сенсорного збору даних, двійник здобувача генерує первинні навчальні й поведінкові сигнали, що надходять у систему як когнітивні вхідні параметри. Далі на етапі аналітичної інтерпретації відбувається перетворення цих сигналів викладацьким і штучно-інтелектуальним рівнями у структуровані знання, релевантні освітнім цілям.

Третя фаза, системної інтеграції, забезпечує узгодження інформаційних потоків, балансування навантаження та прогнозування динаміки освітніх процесів, що реалізується інфраструктурним двійником. На четвертому етапі, адаптивної трансляції, результати аналітики повертаються у студентське середовище у формі персоналізованих сценаріїв навчання, модифікованих відповідно до когнітивного профілю кожного здобувача.

Завершальний етап, рефлексивного оновлення виконує функцію зворотного зв'язку, де система переосмислює власні моделі, уточнює параметри навчання й оновлює когнітивні стратегії всіх агентів.

Цикл формує замкнену петлю когнітивного самонавчання, у якій цифрові двійники виступають активними агентами еволюції знань, а університет – як інтегрована когнітивна екосистема, здатна мислити, адаптуватися та розвиватися разом із своїми учасниками.

Феномен когнітивної емерджентності у гібридних освітніх системах проявляється в момент, коли цифрові двійники досягають функціональної синхронізації – стану, за якого вони не лише обмінюються інформацією, а й взаємно впливають на способи її інтерпретації. У результаті з'являються нові когнітивні властивості системи, які не можуть бути заздалегідь запрограмовані або передбачені. Такий ефект є не випадковим, а закономірним наслідком нелінійної взаємодії людського, алгоритмічного та техносоціального компонентів освітнього середовища.

Щоб описати внутрішню логіку цього процесу, доцільно розрізнити два взаємопов'язані рівні емерджентності – структурно-динамічний та семантично-рефлексивний, які відображають відповідно операційні та смислові виміри когнітивної взаємодії в межах гібридної системи.

На структурно-динамічному рівні емерджентність проявляється через самоузгодження моделей двійників здобувача, викладача та середовища, що утворюють нову когнітивну архітектуру освітньої системи.

Двійники здобувачів фіксують мікродинаміку навчання – темп, когнітивне навантаження, емоційний стан, типові помилки. Алгоритми машинного навчання на основі цих даних виявляють приховані закономірності пізнавальної діяльності.

Викладацькі двійники трансформують ці закономірності у педагогічні метамоделі – сценарії адаптивного навчання, інтелектуальні системи оцінювання, динамічні траєкторії подачі матеріалу.

Інфраструктурний двійник узагальнює результати на системному рівні, автоматично оптимізуючи структуру курсів, ресурсне забезпечення й аналітичні алгоритми.

Тобто, система переходить у стан когнітивного самовідтворення, а саме здатності генерувати нові освітні сценарії без зовнішнього керування. Це відповідає принципу синергетичної цілісності, коли взаємодія окремих елементів створює якісно нові властивості.

На семантично-рефлексивному рівні емерджентність виражається у здатності системи осмислювати власну діяльність. Викладацькі двійники виконують функцію метакогнітивного аналізу, формуючи стратегії педагогічного осмислення освітнього процесу. Двійники здобувача сприяють розвитку рефлексивного мислення, допомагаючи здобувачам освіти усвідомити власні способи пізнання. Інфраструктурний двійник виступає цифровою пам'яттю системи, що накопичує освітні практики, забезпечуючи спадкоємність і розвиток колективного досвіду.

Формується еволюційний когнітивний цикл: спостереження – аналіз – інтеграція – реорганізація – саморефлексія – новий цикл, який забезпечує самонавчання й автономну еволюцію системи.

Висновки та перспективи подальшого розвитку напрямку. Результати дослідження дають підстави стверджувати, що гібридна когнітивна система, сформована у взаємодії людини, штучного інтелекту та соціотехнічного середовища, становить новий тип когнітивної організації, який не може бути пояснений у межах традиційних антропоцентричних моделей пізнання. Така система функціонує як інтегрований когнітивний континуум, у якому поєднується людська інтенційність і рефлексивність, алгоритмічна аналітична потужність та інфраструктурна підтримка освітнього простору. Визначальною її характеристикою є когнітивна емерджентність – виникнення нових властивостей мислення, що не редукуються до функцій жодного з агентів окремо.

У межах трисуб'єктної дидактики місце викладача в системі «здобувач – ШІ – середовище» визначається через роль архітектора освітнього середовища та фасилітатора когнітивних процесів. Викладач перестає бути лише транслятором знань, натомість він інтегрується в систему через свій цифровий двійник, який виконує метарефлексивну функцію та забезпечує аналітичну модель педагогічної діяльності. Це дозволяє уникнути протиставлення між традиційною взаємодією «здобувач – викладач» та новими алгоритмічними інструментами, оскільки викладацький двійник стає точкою збору та інтерпретації даних, що надходять від здобувача та ШІ. Таким чином, викладач виступає інтелектуальним монітором, який на основі отриманої аналітики переходить до проактивної фасилітації та динамічного корегування освітнього простору.

Функціонування такої системи забезпечується триєдиною архітектурою цифрових двійників здобувача, викладача та університету, що разом утворюють поліцентричну структуру. Ця конфігурація дозволяє реалізувати замкнений цикл когнітивного обміну – від сенсорного збору даних про стан здобувача до адаптивного формування педагогічних рішень викладачем та рефлексивного оновлення моделей усіх учасників. У такому резонансі зароджується спільна інтелектуальна свідомість системи, де викладач, здобувач та ШІ виступають взаємодоповнюючими детермінантами процесу мислення. Університет у цій парадигмі постає як самонавчальна когнітивна екосистема, здатна до автоматизованої підтримки та персоналізації навчання.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому аналізі механізмів коеволюції людей і штучного інтелекту в умовах трисуб'єктної дидактичної взаємодії. Доцільним є вивчення питань алгоритмічної педагогіки, що визначатиме оптимальні моделі взаємодії між цифровими агентами та людськими суб'єктами, а також продовження досліджень у сфері когнітивної безпеки, пов'язаної з можливими ризиками надмірної алгоритмізації мислення. Перспективним напрямом є розроблення протоколів етичної регуляції гібридних когнітивних систем. Які забезпечуватимуть прозорість алгоритмічних рішень, збереження автономії здобувача та захист його когнітивних прав.

Важливою є подальша розробка архітектури і методології для побудови цифрових двійників у сфері освіти, зокрема дослідження можливостей їх використання для прогнозування навчальних результатів, підтримки інклюзивної освіти, моделювання складних когнітивних патернів та розвитку критичного мислення. Особливо перспективним є вивчення динаміки когнітивної емерджентності на стику біологічних та алгоритмічних систем, що може стати основою для створення адаптивних освітніх екосистем нового покоління.

Окреслений напрям відкриває широкі можливості для трансформації освітнього процесу, розвитку інтелектуальних навчальних середовищ і формування нової культури взаємодії людини та штучного інтелекту в умовах гібридної когнітивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Boland, R. J., Jr., Tenkasi, R. V., & Teeni, D. (1994). Designing information technology to support distributed cognition. *Organization Science*, 5(3), 456–475. <https://lnk.ua/AVMmEyPVo>
2. Card, A. J. (2022). The biopsychosociotechnical model: a systems-based framework for human-centered health improvement. *Health Systems (Basingstoke)*, 12(4), 387–407. <https://lnk.ua/R4aMWRA4J>
3. Digital-Twin Technology and Higher Ed. Explainer. (n.d.). Retrieved from <https://lnk.ua/1V9kzMK4g>
4. Distributed Cognition. (n.d.). *The decision lab*. Retrieved from <https://lnk.ua/k4x97bQey>
5. Furniss, D., Garfield, S., Husson, F., Blandford, A., & Franklin, B. D. (2019). Distributed Cognition: Understanding Complex Sociotechnical Informatics. In P. Scott et al. (Eds.), *Applied Interdisciplinary Theory in Health Informatics* (doi:10.3233/SHTI190113). Retrieved from <https://lnk.ua/AVMmEyyVo>
6. Gerlich, M. (2025). AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking. *Societies*, 15(1), 6. <https://lnk.ua/MVwoWG8Vz>
7. Когнітивна система. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved from <https://lnk.ua/YNg5BbkeZ>
8. Lumen Partners. (2025, September 26). *The fabric of agency: Philosophical insights for agentic AI*. Lumen Partners Blog. <https://lnk.ua/MNjpJxGeE>
9. Максименко, С. Д., & Пасічник, І. Д. (2012). Когнітивна психологія в контексті дослідження пам'яті людини. *Наукові записки. Серія «Психологія і педагогіка»*, № 20. Retrieved from <https://lnk.ua/zN2K3ba47>
10. Петухова, Л. Є. (2014). Трисуб'єктна дидактика в моделі інноваційного розвитку освітніх систем. *Педагогічні науки : зб. наук. праць*, Випуск 65, 74–80. Retrieved from <https://lnk.ua/R4aMWR4J>
11. Piredda, G. (2017). The Mark of the Cognitive and the Coupling-Constitution Fallacy: A Defense of the Extended Mind Hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 8, 2061. <https://lnk.ua/1V9kzMx4g>
12. Рубанець, О. (2015). Когнітивна активність особистості. *Мультиверсум. Філософський альманах*, 9–10(99–107). Retrieved from <https://lnk.ua/aVp9WBjND>
13. Singh, A., Taneja, K., Guan, Z., & Ghosh, A. (2025). Protecting Human Cognition in the Age of AI. Retrieved from <https://lnk.ua/Men0jbQNg>
14. What is a cognitive AI agent? (n.d.). *Milvus*. Retrieved from <https://lnk.ua/x4LXMv94n>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Boland, R. J., Jr., Tenkasi, R. V., & Teeni, D. (1994). Designing information technology to support distributed cognition. *Organization Science*, 5(3), 456–475. <https://lnk.ua/AVMmEyPVo>
2. Card, A. J. (2022). The biopsychosociotechnical model: a systems-based framework for human-centered health improvement. *Health Systems (Basingstoke)*, 12(4), 387–407. <https://lnk.ua/R4aMWRA4J>

3. Digital-Twin Technology and Higher Ed. Explainer. (n.d.). Retrieved from <https://lnk.ua/1V9kzMK4g>
4. Distributed Cognition. (n.d.). *The decision lab*. Retrieved from <https://lnk.ua/k4x97bQey>
5. Furniss, D., Garfield, S., Husson, F., Blandford, A., & Franklin, B. D. (2019). Distributed Cognition: Understanding Complex Sociotechnical Informatics. In P. Scott et al. (Eds.), *Applied Interdisciplinary Theory in Health Informatics* (doi:10.3233/SHTI190113). Retrieved from <https://lnk.ua/AVMmEyyVo>
6. Gerlich, M. (2025). AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking. *Societies*, 15(1), 6. <https://lnk.ua/MVwoWG8Vz>
7. Kohnityvna systema [Cognitive system]. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved from <https://lnk.ua/YNg5BbkeZ>
8. Lumen Partners. (2025, September 26). *The fabric of agency: Philosophical insights for agentic AI*. Lumen Partners Blog. <https://lnk.ua/MNjpJxGeE>
9. Maksymenko, S. D., & Pasichnyk, I. D. (2012). Kohnityvna psykholohiia v konteksti doslidzhennia pam'iaty liudyny [Cognitive psychology in the context of human memory research]. *Naukovi zapysky. Seriia «Psykhologhiia i pedahohika»*, № 20. Retrieved from <https://lnk.ua/zN2K3ba47>
10. Petukhova, L. Ye. (2014). Trysub'iektna dydaktyka v modeli innovatsiinoho rozvytku osvitynikh system [Three-subject didactics in the model of innovative development of educational systems]. *Pedahohichni nauky : zb. nauk. prats, Vypusk 65*, 74–80. Retrieved from <https://lnk.ua/R4aMWRy4J>
11. Piredda, G. (2017). The Mark of the Cognitive and the Coupling-Constitution Fallacy: A Defense of the Extended Mind Hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 8, 2061. <https://lnk.ua/1V9kzMx4g>
12. Rubanets, O. (2015). Kohnityvna aktyvnist osobystosti [Cognitive activity of the individual]. *Multyversum. Filosofskiyi almanakh*, 9–10(99–107). Retrieved from <https://lnk.ua/aVp9WBjND>
13. Singh, A., Taneja, K., Guan, Z., & Ghosh, A. (2025). Protecting Human Cognition in the Age of AI. Retrieved from <https://lnk.ua/Men0jbQNg>
14. What is a cognitive AI agent? (n.d.). *Milvus*. Retrieved from <https://lnk.ua/x4LXMv94n>

Liubov Petukhova

Oleksandra Pospelova

Kherson State University, Kherson, Ukraine

HYBRID COGNITIVE SYSTEM IN THE INTERACTION OF HUMAN, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ENVIRONMENT

Abstract. *The study provides a theoretical and methodological analysis of the prerequisites and mechanisms for the formation of a hybrid cognitive system resulting from the interaction of three interrelated agents: humans, artificial intelligence, and the socio-technical environment. It is substantiated that the spread of generative artificial intelligence transforms its functional status from an instrumental means to an autonomous cognitive agent capable of influencing the structure, dynamics, and logic of cognitive processes. This transformation necessitates a revision of traditional approaches to understanding the nature of cognition and the mechanisms of organizing educational activities and actualizes the conceptualization of hybrid consciousness as an emergent phenomenon formed in conditions of biosociotechnical interaction.*

The theoretical basis of the study is the provisions of distributed learning theory and the biosociotechnical model, which interpret thinking as a dynamic, networked, and ecologically embedded system. In this context, modern digital technologies, in particular generative AI, are considered as cognitive extenders capable of expanding the boundaries of individual cognition by supporting analytical, simulative, and prognostic processes. Within the framework of tri-subject didactics, artificial intelligence is defined as a full-fledged subject of educational interaction that

participates in the formation of individualized learning trajectories, adaptive content selection, and cognitive support for the learner.

A special place in the structure of the hybrid cognitive system is given to the concept of digital twins, which are interpreted as dynamic models capable of reproducing and predicting the state and behavior of key educational agents. Three types of digital twins are distinguished—the student, the teacher, and the university infrastructure environment—which function as part of a single cognitive circuit. Their interaction ensures the cyclical nature of information and analytical processes, which include sensory data collection, cognitive-analytical processing, adaptive formation of pedagogical decisions, and reflective updating of cognitive models.

The algorithmic structure of the cognitive cycle of a hybrid system is outlined, which includes sensory, analytical, integrative, and reflective modules that function as coordinated elements of a single socio-technical ecosystem. It is shown that in such a system, cognitive processes acquire a distributed, polycentric, and networked character, in which human intentionality, algorithmic information processing, and socio-technical contexts emerge as complementary determinants of the thinking process and learning activity.

Keywords: *hybrid cognition, tri-subject didactics, cognitive ecosystem, digital twins, cognitive emergence, generative AI, cognitive extender, adaptive learning, cognitive synergy.*



Licensed under CC BY-NC-SA 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Стаття надійшла до редакції 02.12.2025

The article was received 2 December 2025