

ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ОСВІТНІХ СИСТЕМ

PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT LEARNING SYSTEMS

У статті досліджено психологічні засади розробки інтелектуальних освітніх систем (ІОС) та ШІ-асистентів, які стрімко еволюціонують у сучасному освітньому просторі. Робота ґрунтується на таких класичних педагогічних концепціях: «зони найближчого розвитку» (ЗНР) Л. Виготського та «когнітивних риштувань» (scaffolding) Дж. Брунера. Ці теорії визначають необхідність тимчасової, адаптивної підтримки, спрямованої на формування автономних та метакогнітивних компетенцій.

Метою статті є оцінка відповідності функціональності низки сучасних інтелектуальних освітніх сервісів (Cognitive Tutor, AutoTutor, Squirrel AI Learning, Khan Academy, Duolingo тощо) ключовим принципам ЗНР та «риштувань», а також визначення потенціалу для їхньої подальшої інтеграції.

Проведений аналіз показав, що хоча більшість ІОС не були безпосередньо створені у межах теорії Брунера, вони поступово впроваджують її ключові елементи: персоналізовану підтримку, динамічну діагностику знань, гнучке планування навчальних траєкторій та критично важливий процес поступового зменшення обсягу допомоги (fading), що стимулює автономію. Окремо висвітлено значення емоційно-мотиваційної підтримки як елемента, що частково відтворює функцію реального наставника.

Запропоновано концептуальну архітектуру повноцінного AI-асистента нового покоління. Вона включає сім ключових модулів: безперервну діагностику знань, адаптивне планування, контекстне наставництво, мотиваційну підтримку, поступову відмову, довготривалу пам'ять освітніх взаємодій та аналіз невербального зворотного зв'язку (комп'ютерний зір).

Зроблено висновок про необхідність і перспективність гармонійної інтеграції фундаментальної педагогічної теорії та інженерних рішень у розробці ІОС. Така синергія дасть змогу сформувати інтелектуальне освітнє середовище, яке забезпечуватиме не лише ефективне засвоєння знань, але й розвиток критичного мислення, автономності та внутрішньої мотивації учня.

Ключові слова: когнітивні риштування, зона найближчого розвитку, інтелектуальні освітні системи, AI-асистенти, метаког-

нітивні компетенції, персоналізоване навчання, адаптивне навчання.

The article investigates the psychological foundations for developing Intelligent Tutoring Systems (ITS) and AI assistants, which are rapidly evolving in the modern educational space. The work is based on classical pedagogical concepts: L. Vygotsky's "Zone of Proximal Development" (ZPD) and J. Bruner's "Cognitive Scaffolding". These theories define the necessity of providing temporary, adaptive support aimed at cultivating autonomous and metacognitive competencies.

The goal of the article is to assess the functional compliance of a number of contemporary intelligent educational services (Cognitive Tutor, AutoTutor, Squirrel AI Learning, Khan Academy, Duolingo, etc.) with the key principles of ZPD and "Scaffolding", and to determine the potential for their further integration.

The analysis conducted showed that although most ITS were not directly created within the framework of Bruner's theory, they are gradually incorporating its key elements: personalized support, dynamic knowledge diagnostics, flexible planning of learning trajectories, and the critically important process of gradual reduction of assistance (fading), which stimulates autonomy. The significance of emotional and motivational support is highlighted separately as an element that partially replicates the function of a real human mentor.

A conceptual architecture for a full-fledged, new-generation AI assistant is proposed. It includes seven key modules: continuous knowledge diagnostics; adaptive planning; contextual mentorship; motivational support; gradual fading (withdrawal of assistance); long-term memory of educational interactions; analysis of non-verbal feedback (computer vision).

A conclusion is drawn regarding the necessity and prospects of the harmonious integration of fundamental pedagogical theory and engineering solutions in ITS development. Such synergy will allow for the formation of an intelligent educational environment that ensures not only effective knowledge acquisition but also the development of the student's critical thinking, autonomy, and intrinsic motivation.

Key words: scaffolding, zone of proximal development, intelligent educational systems, AI assistants, metacognitive competencies, personalized learning, adaptive learning.

УДК 37.091.3:004.738.5]:159.953
DOI <https://doi.org/10.32782/hbts.79.1.11>
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Іванова Л.С.

к.філос.н., доцент кафедри педагогіки та психології освітньої діяльності
Запорізький національний університет
ORCID ID: 0000-0002-9286-0264

Іванов С.А.

к.техн.н., доцент кафедри інформаційних технологій в освіті
Запорізький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти
ORCID ID: 0009-0007-6170-2937

Постановка проблеми. Освітні технології швидко еволюціонують завдяки інтеграції штучного інтелекту (ШІ). Інтелектуальні освітні системи та ШІ-асистенти стають не просто інструментами, а «когнітивними тренажерами», що впливають на структуру мислення учнів. Згідно з концепцією зони найближчого розвитку (ЗНР), навчальна діяльність ефективна лише тоді, коли учень отримує підтримку, що відповідає його поточним мож-

ливостям, але стимулює розвиток [8; 9]. Концепція «когнітивних риштувань» (scaffolding) Дж. Брунера забезпечує тимчасову, адаптивну допомогу, спрямовану на формування автономних та критичних компетентностей [5].

Сучасний розвиток інтелектуальних освітніх систем відбувається на тлі інтеграції генеративних моделей, мультимодальних середовищ та адаптивних алгоритмів. Якщо класичні концепції

Л. Виготського та Дж. Брунера окреслили психологічні принципи ефективного навчання, то новітні дослідження у сфері Intelligent Tutoring Systems (ITS) підтверджують їхню актуальність. Зокрема, на 21-й Міжнародній конференції з інтелектуальних систем навчання (ITS 2025) (Intelligent Tutoring Systems, Springer LNCS), основну увагу було приділено проблемам інтеграції ШІ-асистентів у реальний освітній процес [6].

Метою статті є оцінка сучасних інтелектуальних освітніх сервісів у контексті психологічних концепцій «зони найближчого розвитку» й «когнітивних риштувань» (scaffolding) та визначення їхнього потенціалу для персоналізованого навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження

Психологічні основи концепту когнітивних риштувань. Одним з наріжних каменів сучасної педагогічної психології є концепція «зони найближчого розвитку» (ЗНР) [8; 9]. Ця концепція визначає різницю між рівнем фактичного розвитку дитини – що вона може зробити самостійно – і рівнем потенційного розвитку, досягнутого за підтримки більш досвідченого партнера. Ця ідея підкреслює важливість соціальної взаємодії та тимчасової допомоги в навчанні.

На основі теорії «зони найближчого розвитку» Дж. Брунер сформулював концепцію «когнітивних риштувань» (scaffolding), зміст якої полягає у тимчасовій, адаптивній підтримці, що надається студентові для подолання труднощів, розташованих у його безпосередній сфері розвитку [4]. Подібно до будівельних риштувань, які забезпечують надійну підтримку для зведення будівлі, когнітивне риштування служить когнітивною підтримкою, яка поступово видаляється в міру набуття необхідних компетенцій.

До ключових характеристик “scaffolding” належать такі:

- фокус – підтримка надається у відповідь на специфічні потреби учня, зосереджуючись на подоланні труднощів;
- адаптивність – рівень і форма допомоги змінюються відповідно до поточних можливостей і прогресу студента;
- динамічність – підтримка не є постійною; зі збільшенням компетентності вона поступово зменшується (процес згасання), стимулюючи автономію;
- тимчасова підтримка – допомога надається тільки тоді, коли це необхідно;
- незалежність є кінцевою метою – досягнення повної автономії в отриманні нових знань.

Таким чином, когнітивні риштування – це не просто допомога, а допомога, спрямована на поступову відмову від сторонньої підтримки. Такий підхід стимулює не лише отримання нових знань, але й формування метакогнітивних компетенцій, які дають змогу учням відображати свою траєкторію навчального процесу [2].

Психологічні механізми та ефекти «когнітивних риштувань». Розглянемо мотивацію та емо-

ційну підтримку. Одним з ключових механізмів, за допомогою якого когнітивне риштування впливає на учня, є підвищення мотивації та створення емоційно безпечного середовища. Тимчасова допомога зменшує тривогу, страх помилок і невдач, які часто заважають ефективному навчанню. Чітка і своєчасна допомога зміцнює впевненість студента в собі, що сприяє формуванню внутрішньої мотивації.

Важливим аспектом є психологічне моделювання взаємодії пари «учень – наставник» як системи з позитивним зворотним зв'язком [2]. Це означає, що проміжні успіхи учнів безпосередньо стимулюють і прискорюють отримання кінцевого результату.

Цей процес можна описати таким чином.

1. Початок циклу: наставник надає підтримку, надаючи «когнітивні риштування».
2. Дія: учень, спираючись на цю допомогу, успішно справляється із завданням.
3. Зворотний зв'язок: успіх підвищує компетентність і впевненість учня.
4. Підсилення: підвищені навички та впевненість дають змогу перейти до більш складних завдань з меншою сторонньою допомогою.
5. Новий цикл: поступове видалення «лісів» стимулює самозабезпечення, що ще більше прискорює розвиток і зміцнює компетентність.

Таким чином, застосування педагогічної технології «когнітивних риштувань» не тільки допомагає вирішити актуальні проблеми, але й закладає міцний фундамент для більш швидкого і самостійного навчання. Такий підхід допомагає суб'єкту пізнання розробити власні стратегії навчання та зміцнює впевненість у його інтелектуальних можливостях.

Формування метакогнітивних компетентностей. Одним із стратегічних ефектів використання технології риштування є розвиток метакогнітивних компетенцій студента – здатності розуміти, контролювати та цілеспрямовано регулювати власний процес навчання [1]. У процесі когнітивної підтримки (риштування) наставник не тільки передає знання, але й демонструє, як їх організувати, застосувати та оцінити. Учень поступово засвоює ці прийоми, що формує звичку відображати їхню освітню траєкторію і самостійно вибирати оптимальні шляхи вирішення проблем.

Розвиток метакогнітивних компетенцій у межах «когнітивних риштувань» можна описати як таку послідовність:

- спільне планування – наставник і учень визначають мету, засоби й порядок виконання завдання;
- спостереження і корекція – учень, виконуючи завдання з підтримкою, вчиться помічати помилки і вносити поліпшення;
- самоконтроль – зі зменшенням обсягу допомоги учень все більше контролює власний робочий процес;
- оцінка та рефлексія – учень розуміє свій досвід, аналізує ефективність обраних стратегій і будує плани на майбутнє.

Таким чином, «когнітивні риштування» – це не тільки засіб передачі знань, але й тренер для відображення власного мислення, створення основи для свідомого вибору особистісної освітньої траєкторії.

Розвиток епістемологічних компетентностей. Епістемологічні компетенції – це сукупність знань, навичок і установок, які дають змогу суб'єкту пізнання зрозуміти природу знання, як воно отримується, перевіряється і застосовується [2]. Вони включають здатність критично оцінювати джерела інформації, конструювати аргументи, формулювати та перевіряти гіпотези, а також вибирати адекватні стратегії навчання.

Використання технології «когнітивних риштувань» створює оптимальні умови для розвитку цих компетенцій. Взаємодія з наставником в контексті тимчасової підтримки дає змогу учневі не тільки засвоювати фактичний матеріал, але й активно брати участь у процесі побудови знань. Наставник тут виконує роль «помічника вчителя», тому попросить студентів поставити питання, які уточнюють і розширюють контекст теми, що вивчається, виявляють зв'язки між новими і вже набутими знаннями, оцінюють достовірність інформації, інформований вибір методів дослідження і рішень.

Важливим елементом є поступова передача відповідальності за ці процеси учневі. За ступенем видалення «когнітивних риштувань» він починає самостійно застосовувати епістемологічні підходи, що формує готовність до навчання впродовж життя (lifelong learning).

Таким чином, «когнітивне риштування» в навчальному процесі не тільки полегшує засвоєння складного матеріалу, але й сприяє розвитку особистості як самостійного і критично мислячого суб'єкта, здатного до продуктивної взаємодії з динамічно мінливим світом.

ШІ-асистенти штучного інтелекту та інтелектуальні освітні сервіси. Зараз робляться спроби створити сервіси штучного інтелекту, які є функціонально близькими до реалізації концеп-

ції «когнітивних риштувань», хоча вони не завжди розроблялися безпосередньо на основі цієї теорії [4; 6; 7]. Багато з них можна віднести до класу інтелектуальних систем навчання (ITS – Intelligent Tutoring Systems) – цифрових репетиторів, які адаптують навчальний процес до індивідуальних особливостей студента та моделюють підтримку наставника.

Наведені приклади охоплюють як повноцінні ITS, так і більш широкі освітні платформи з окремими елементами ITS – адаптивністю, фокусом та персоналізованою підтримкою (табл. 1).

Представлені приклади показують, що сучасні спроби створити ШІ-асистенти все більше впроваджують архітектуру, близьку до інтелектуальних систем навчання (ITS). Навіть ті сервіси, які спочатку не були розроблені як повноцінні ITS, поступово інтегрують свої ключові принципи: адаптивна підтримка, динамічна оцінка знань і персоналізована підтримка. Таким чином, вони наближаються до практичної реалізації концепції «когнітивних лісів», де тимчасова допоміжна структура допомагає студентам рухатися до автономії.

Низка експериментальних досліджень підтверджують, що застосування TS може дати результати, порівнянні з традиційним педагогічним супроводом в дусі «когнітивного риштування», а іноді навіть перевершують за певними параметрами, наприклад у галузі емоційної підтримки [4]. Однак систематична концептуалізація цих результатів у контексті класичних теорій Л. Виготського та Дж. Брунера все ж таки відбувається епізодично, що відкриває перспективу для більш цілеспрямованого синтезу педагогічної теорії та інженерної практики (табл. 2).

Таблиця укладена на основі узагальненого аналізу доступних публікацій, технічних описів і експертних відгуків, проведеного автором із застосуванням генеративної мовної моделі ChatGPT (OpenAI, 2025). Джерело: OpenAI. (2025). ChatGPT (Aug 15 version) [Large language model]. <https://chat.openai.com>.

Таблиця 1

Приклади інтелектуальних прикладних систем

Сервіс	Опис	Тип системи
Cognitive Tutor [7]	Система викладання математики з детальною моделлю знань, безперервним моніторингом прогресу та автоматичним налаштуванням завдань на рівень учня.	ITS
AutoTutor [4]	Діалогова система, яка навчає через імітацію спілкування з наставником; використовується у фізиці, математиці, письмі та інших предметах.	ITS
Squirrel AI Learning [14]	Китайська адаптивна система з детальною діагностикою знань, прогнозуванням прогалин та індивідуальними траєкторіями навчання.	ITS
Project LISTEN [12]	Навчає читати вголос з автоматичним зворотним зв'язком щодо вимови, інтонації та розуміння тексту.	ITS
Khan Academy [11]	Освітня платформа з AI-наставником, що допомагає в розробленні різних предметів і дає адаптивні поради.	ITS elements
Google Classroom [9]	Організовує процес навчання, підтримує комунікацію між викладачем та учнями, має AI-функції, які допомагають у підготовці матеріалів.	ITS elements
Duolingo [10]	Сервіс навчання іноземної мови з адаптивною складністю завдань, миттєвим зворотним зв'язком та елементами гейміфікації.	ITS elements

Таблиця 2

Впровадження ключових модулів “scaffolding” у сучасних ITS

Ключовий модуль “scaffolding”	Зв'язок з педагогічною теорією	Поточна реалізація в ШІ-сервісах	Дефіцити/перспективи
Модуль діагностики знань	Зона найближчого розвитку	Є у вигляді тестових блоків та завдань (Cognitive Tutor, Squirrel AI)	Необхідна глибша діагностика прихованих прогалин
Адаптивне планування	Індивідуальна траєкторія підтримки	Реалізується у Squirrel AI, частково Duolingo	Потребує інтеграції з довготривалими навчальними цілями
Контекстний наставник	Обидві концепції: підтримка в моменті	Частково реалізовано у Khanmigo, AutoTutor	Потрібні мультимодальність і адаптація до когнітивного стилю
Мотиваційна підтримка	Брунер: формування внутрішньої мотивації	Duolingo (рейміфікація), Squirrel AI	Поглиблення персональних стратегій мотивації
Поступова відмова	Виготський: перехід від підтримки до автономії	Рідко реалізовано явно	Необхідні алгоритми «зняття риштувань»
Довготривала пам'ять	Обидві концепції: накопичення досвіду	Частково у Google Classroom (збереження матеріалів)	Потрібна AI-пам'ять індивідуальної історії навчання
Аналіз невербального зворотного зв'язку	Брунер: педагог як «чутливий посередник»	Наразі майже відсутній	Інтеграція комп'ютерного зору та біометричних даних

Саме на цьому методологічному перетині – між теорією і практикою – постає питання, наскільки глибоко сучасні розробки ґрунтуються на фундаментальних педагогічних концепціях або йдуть своїм «інженерним» шляхом.

Перспективні напрями розвитку ШІ-асистентів у контексті концепції «когнітивних риштувань». Щоб реалізувати «когнітивне риштування» як цілісну архітектуру підтримки навчання, ШІ-асистенту необхідно інтегрувати кілька ключових блоків:

- модуль діагностики знань – безперервна оцінка поточного рівня та виявлення прогалин, у тому числі прихованих;

- адаптивне планування шляху навчання – формування динамічного маршруту з урахуванням зони найближчого розвитку учня;

- контекстний наставник – генерування пояснень, підказок і прикладів, адаптованих до стилю сприйняття учня;

- модуль мотиваційної підтримки – керування емоційним фоном, гейміфікація, формування внутрішньої мотивації;

- поступова відмова – контрольоване зменшення обсягу допомоги для переходу до самостійної дії;

- довготривала пам'ять навчальних взаємодій – зберігання і використання історії предметів, що дає змогу повернутися до знань пізніше і запобігти їх швидкому забуванню;

- модуль аналізу невербального зворотного зв'язку – використання комп'ютерного зору та розпізнавання емоцій для оцінки рівня залученості, втоми, розгубленості або задоволеності студента; система може змінювати темп матеріалу, вибирати альтернативні способи пояснити або запропонувати перерву, створюючи ефект живого наставника.

Така інтеграція дає змогу створювати системи штучного інтелекту, які не просто вирішують

локальні навчальні завдання, але й формують стійке, персоналізоване середовище, що розвивається, повністю відповідаючи змісту концепції «когнітивних риштувань».

Висновки. У статті проаналізовано сучасний стан створення інтелектуальних освітніх сервісів у контексті розроблення ШІ-асистентів через призму класичних педагогічних концепцій «зони найближчого розвитку» та «когнітивних риштувань». Аналіз показав, що навіть ті сервіси, які спочатку не були розроблені на основі цих теорій, поступово інтегрують свої ключові принципи, як-от адаптивність, персоналізована підтримка, динамічна оцінка знань і поступове скорочення обсягу допомоги.

Експериментальні дослідження підтверджують ефективність ІТС, включно з емоційно-мотиваційною підтримкою, що робить можливим часткове або повне відтворення педагогічної функції реального наставника. Водночас поодинокі приклади свідомого використання риштувань висвітлюють потенціал для більш систематичного синтезу педагогічної теорії та інженерної практики.

Подальші наукові дослідження. Перспективи розвитку ШІ-асистентів вбачаються у створенні повноцінних складних систем, включно з модулями діагностики знань, адаптивного планувальника, контекстного ментора, мотиваційної підтримки, аналізу невербального зворотного зв'язку та довготривалої пам'яті освітніх взаємодій.

Інтеграція дасть змогу сформувати персоналізоване, емоційно підтримуюче та розвиваюче освітнє середовище, яке не тільки полегшує отримання знань, але й сприяє формуванню автономного, критично мислячого та мотивованого суб'єкта.

Таким чином, сучасні технології наближають навчальний процес до реалізації принципів «когнітивних риштувань», створюючи нову траєкторію

розвитку освітнього середовища, де педагогічна теорія та інженерна практика можуть бути гармонійно інтегровані.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Балашов Е. Метакогнітивні процеси в навчальній діяльності студентів. *Науковий вісник ХДУ. Серія: Психологічні науки*. 2020. № 1. С. 98–105.
2. Кремень В., Ільїн В. Філософія освіти: епістемологічний аспект. *Філософія освіти*. 2018. № 1. С. 8–25.
3. Олійник Н. Зворотний зв'язок у електронному навчанні як педагогічна проблема. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. URL: <https://autotutor.org> (дата звернення: 14.10.2025).
4. Bruner J.S.: Vygotsky: A historical and conceptual perspective. Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives / J.V. Wertsch (ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 1985. P. 21–34.
5. Castagno-Dysart D., Matera B., Traver J. The importance of instructional scaffolding. URL: https://www.teachermagazine.com/au_en/articles/the-importance-of-instructional-scaffolding (дата звернення: 20.10.2025).
6. Graf S., Markos A. Intelligent Tutoring Systems: Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Alexandroupolis, Greece, June 2–6, 2025. Part I: Generative Intelligence and Tutoring Systems (LNCS). Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-98281-1> (дата звернення: 1.11.2025).
7. Ramey H.L., Younh K., Tarulli D. Scaffolding and Concept Formation in Narrative Therapy: A Qualitative Research Report. URL: https://www.researchgate.net/publication/274290528_Scaffolding_and_Concept_Formation_in_Narrative_Therapy_A_Qualitative_Research_Report (дата звернення: 01.11.2025).
8. Vygotsky L.S. Mind in Society. Harvard University Press, 1978. URL: <https://home.fau.edu/musgrove/web/vygotsky1978.pdf> (дата звернення 15.10.2025).
9. Vygotsky L.S. *Thought and Language*. MIT Press, 1986. URL: <https://img3.reoveme.com/m/bac6393f496a1d08.pdf> (дата звернення 16.10.2025).

Стаття надійшла у редакцію: 27.10.2025

Стаття прийнята: 18.11.2025

Опубліковано: 22.12.2025