УДК: 372.851
DOI: 10.15587/2519-4984.2025.337529

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНОЇ АДАПТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВТОРЕННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ МАТЕМАТИКИ

Ю. В. Бойко

The article presents a conceptual model of an adaptive technology for reviewing the school mathematics course, developed in response to contemporary educational challenges, such as digitalization, child-centered approaches, learning losses, and the need for personalized learning. The feasibility of applying adaptive technologies during the final review and systematization of knowledge among high school students is substantiated, based on the principles of learner-centered education, microlearning, the use of information and communication technologies, and structured logical schemes. A model for constructing an individual learning trajectory is proposed, taking into account students' prior knowledge, level of mastery, pace of work, and the need for feedback. This model was built taking into account elements of adaptive learning and technologies of structural and logical schemes and microlearning. A task coding system has been developed, encompassing thematic content, difficulty level, and task format, which serves as the basis for creating a task bank for adaptive testing. The proposed solution allows for the implementation of the educational process in individual, blended, or distance learning formats, with the integration of modern digital tools and artificial intelligence. It is proposed to use artificial intelligence tools to develop and adapt some examples and tasks when creating a task bank, as well as to automate checking answers and providing feedback. The practical significance lies in the creation of a tool that can be implemented in the educational process in institutions of general secondary education, professional (vocational and technical) education to increase the level of mathematical competence and overcome learning losses. It is envisaged to use the described development for the review and systematization of the school mathematics course by high school students and future applicants who are preparing for standardized testing. The practical value lies in the creation of a tool that can be integrated into the educational process to enhance mathematical competence and address learning gaps. Future research prospects include the expansion of the task bank, the development of supplementary educational content, and the piloting of the model in real educational settings

Keywords: *review and systematization, school mathematics course, EIE, NMT, modern educational technologies, microlearning, adaptive technologies, adaptive tests, task bank, individual educational trajectory*

How to cite:
Boiko, Y. (2025). Conceptual model of a practice-oriented adaptive technology for the reviewing the school mathematics course. ScienceRise: Pedagogical Education, 3 (64), 27–32. http://doi.org/10.15587/2519-4984.2025.337529

© The Author(s) 2025
This is an open access article under the Creative Commons CC BY license

1. Вступ

Математика посідає провідне місце серед освітніх галузей, визначених чинним Державним стандартом базової та повної загальної середньої освіти [1], а також входить до переліку ключових компетентностей, передбачених законодавством України у сфері освіти [2]. Попри нормативне підкріплення її значущості, результати міжнародного дослідження PISA (2022) виявили суттєве зниження рівня математичної компетентності українських школярів, зокрема відзначено найнижчі показники серед усіх галузей та зниження результатів порівняно з попереднім циклом [3].

Такий негативний тренд актуалізує необхідність пошуку інноваційних підходів до навчання математики та адаптації існуючих освітніх практик до нових реалій, що зумовлені трансформацією форм навчання, безпековими ризиками, наявністю освітніх втрат і зростанням потреб у врахуванні індивідуальних особливостей учнів. У цьому контексті повторення та систематизація навчального матеріалу розглядаються як невід'ємні етапи якісного засвоєння шкільного курсу математики, що відповідає як дидактичним, так і державним вимогам до результатів навчання.

До сучасних технологій навчання, які активно впроваджують в освітньому процесі, зокрема при навчанні математики, відносять технології розвивального навчання, метод проєктів, інтерактивні та інформаційно-комунікаційні технології, технологію структурно-логічних схем (СЛС) або опорних конспектів, перевернутий клас, мікронавчання тощо.

З огляду на дитиноцентризм, компетентісний підхід, цифровізацію та рівний доступ до освіти, які регламентуються ідеологією НУШ [4], а також вплив наслідків повномасштабного вторгнення на освітній процес (переривання навчання через повітряні тривоги, психологічний фактор тощо), виникає потреба в адаптації та персоналізації освітнього процесу. Проте на практиці забезпечити індивідуальну траєкторію навчання для кожного здобувача освіти за традиційної

класно-урочної системи в наповнених класах може бути досить складно. Закономірно увагу зосереджено на технології адаптивного навчання як у світовій, так і у вітчизняній освіті, зокрема цьому питанню присвячені роботи Ш. Канга [5], К. Вакіла [6], К. Леонга [7], М. Медведєвої [8], Н. Капуано, С. Кабальє [9], В. Мізюк, А. Хижняка, В. Хренової [10], Ю. Носенко [11], О. Білоуса та Ю. Федорука [12].

Зважаючи на прагнення до реалізації індивідуального підходу в освітньому процесі, а також потребу в повторенні та систематизації математичних знань, умінь і навичок задля підвищення загального рівня математичної компетентності здобувачів освіти, випливає актуальність розробки адаптивних технологій повторення та систематизації шкільного курсу математики.

2. Літературний огляд

Ефективність повторення як одного з механізмів фіксації інформації в довготривалій пам'яті зростає при використанні розподіленого повторення [5]. Такий підхід вбачаємо можливим реалізувати за допомогою мікронавчання, тобто технології, що передбачає використання коротких за обсягом уроків. Перехід до більш коротких форм навчання пов'язаний з розвитком кліпового мислення і зниженням тривалості концентрації уваги [6].

До переваг мікронавчання можна віднести краще запам'ятовування, залученість, підвищення мотивації, збільшення продуктивності [7]. Серед недоліків при вивченні математики може бути недостатність часу для заглиблення та розв'язання більш складних завдань.

Мікронавчання також можна розглядати як складову адаптивних технологій навчання, тобто таких, що спрямовані на персоналізацію навчання за рахунок підлаштування під індивідуальні освітні потреби учнів, їх когнітивні та психологічні особливості тощо. Поняття адаптивного навчання пов'язане з адаптивними навчальними системами – цифровими платформами, що використовують алгоритми для налаштування навчальних матеріалів під індивідуальні потреби здобувачів освіти. М. Медведєва також відзначає роль штучного інтелекту (ШІ) в зазначених системах, зокрема на етапах автоматизації оцінювання [8]. N. Capuano та S. Caballé стверджують, що адаптивність є однією з найяскравіших прикладних сфер ШІ в освіті [9]. З нашої точки зору, адаптивність за допомогою ШІ досягається не лише в оцінюванні, а й у генеруванні завдань, зокрема аналогічних до заданого прикладу або таких, що відповідають чітким технічним характеристикам.

Основними принципами адаптивного навчання В. Мізюк, А. Хижняк, В. Хренова виокремлюють такі: врахування індивідуальних потреб і особливостей кожного здобувача освіти, надання тьюторської або асистентської підтримки, а також організацію інклюзивного та персоналізованого освітнього процесу [10]. Y. E. Rachmad перераховує такі принципи: індивідуалізація (на основі початкової діагностики потреб учнів), гнучкість (можливість миттєвих змін у змісті й темпі навчання), зворотний зв'язок (збір даних у реальному часі й надання миттєвого відгуку), технологічна підтримка (через реалізацію алгоритмів та аналітики) [13]. На нашу думку, остання класифікація принципів адаптивного навчання є вичерпною, а пункт про індивідуалізацію можна конкретизувати усім перерахованим у першому зазначеному підході.

Серед типів перетворення навчальних інструментів на адаптивні виокремлюють такі: адаптація контенту (відповідно до рівня знань), адаптивне оцінювання (кожне наступне ґрунтується на результатах попереднього), адаптивні навчальні сценарії (на основі інформації про ряд поведінкових характеристик користувача в системі навчання) [10]. F. Li, Y. He та Q. Xue також виокремлюють адаптацію інтерфейсу (відповідно до стилю або здібностей) [14].

Основними викликами адаптивних навчальних систем є непрозорість алгоритмів, недостатня узагальненість моделей, складність створення контенту, недостатній аналіз ефективності [14]. З огляду на останній пункт і недостатню узагальненість випливає, що певна розроблена адаптивна система, яка показує позитивні результати для однієї групи учнів, не обов'язково буде ефективною для інших, котрі навчаються, наприклад, за відмінною програмою або мають інакші навчальні цілі.

Таким чином, можна говорити про персоналізованість адаптивних систем, але не їх універсальність. Це спонукає до адаптацій наявних систем в наш освітній процес (наприклад, Khan Academy), перевірки ефективності цих адаптації, а також розробки і апробації нових систем, що відповідають запиту і можливостям реалізації в системі середньої освіти України.

Серед викликів адаптивного навчання D. L. Taylor, M. Yeung та A. Z. Bashet також виокремлюють також цифрову нерівність, питання конфіденційності, необхідність підготовки педагогів до роботи з відповідним програмним забезпеченням, а також ризик автоматизації без гнучкості [15].

Основною перевагою адаптивних навчальних систем, на думку Ю. Носенко, є можливість визначати, як людина навчається і «просувається» у виконанні завдань, а також забезпечення точного і своєчасного зворотного зв'язку та покращенні навчальних результатів [11]. О. Білоус і Ю. Федорук також вважають, що однією з найбільш ефективних педагогічних умов протікання адаптивного навчання є виховання самостійності [12]. Вважаємо, що самостійність і дисципліна є також необхідними умовами для впровадження адаптивного навчання. Припускаємо, що цей фактор має вплив на те, що переважна кількість досліджень у світі протягом 2000–2020 років щодо адаптивних технологій в освіті стосуються закладів вищої освіти і лише близько 15% – середньої школи [14]. Проте з огляду на реформу системи освіти і перехід до профільної старшої школи вбачаємо доцільним застосування адаптивних технологій, зокрема на етапі підсумкового повторення курсу математики. Припускаємо, що такий підхід дозволить не лише систематизувати знання, уміння і навички, але і сприятиме подоланню навчальних втрат.

3. Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є систематизація знань та практичне відпрацювання навичок розв'язування математичних завдань різних форм і змісту учнями старших класів.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Описати концептуальну модель адаптивного повторення шкільного курсу математики.

2. Сформувати систему кодування завдань для створення банку завдань.

3. Створити банк завдань.

4. Матеріали та методи

У роботі застосовано такі методи, як аналіз наукової, методичної та навчальної літератури, синтез, порівняння, систематизація, узагальнення, а також моделювання. Зокрема, дидактичну основу розробки становлять: технологія структурно-логічних схем і опорних конспектів, ІКТ, мікронавчання, інтерактивні та адаптивні технологій навчання, гейміфікація.

Для досягнення поставлених задач було використано такі методичні матеріали, як чинна програма та підручники з математики (алгебра та початки аналізу і геометрія) рівня стандарту для старших класів, програма ЗНО з математики та збірники для підготовки до ЗНО (НМТ) з математики. Також було використано такі технічні засоби як тестова онлайн-платформа Classtime, платформа графічного дизайну Canva, засоби штучного інтелекту для розробки та адаптації окремих завдань.

5. Результати дослідження та їх обговорення

Концептуальною основою запропонованої методичної розробки є забезпечення учнівської автономії в процесі комплексного повторення шкільного курсу математики. Враховуючи принципи особистісно орієнтованої освіти, індивідуальні когнітивні відмінності здобувачів освіти, а також наслідки навчальних втрат, запропоновано гіпотезу щодо ефективності адаптивного повторення, яке здійснюється за індивідуальною траєкторією та у власному темпі учня. Такий підхід, на нашу думку, сприяє глибшій систематизації знань і вдосконаленню математичних умінь. Побудова індивідуальної траєкторії повторення ґрунтується на врахуванні наявного досвіду учня та його освітніх потреб, а сам процес повторення організовано переважно за принципом переходу від практичних завдань до узагальнень і теоретичних висновків.

Змістове наповнення методичної розробки відповідає чинній навчальній програмі з математики (алгебра і початки аналізу, геометрія) рівня стандарту для учнів 10–11 класів закладів загальної середньої освіти, а також вимогам Програми зовнішнього незалежного оцінювання з математики, що базується на змісті повної загальної середньої освіти.

Методологічну основу розробки становлять сучасні освітні технології, зокрема структурно-логічні схеми, опорні конспектів, інформаційно-комунікаційні, інтерактивні мікронавчання, а також елементи гейміфікації.

Концепція ґрунтується на горизонтальному спіралеподібному повторенні, відображеному у підходах Ю. Захарійченка та О. Школьного [16].

Серед основних засобів навчання передбачено використання опорних конспектів і таблиць (у тому числі в електронному форматі та з елементами доповненої реальності), навчальних відеоматеріалів короткої тривалості, тренувальних і тестових завдань з математики, адаптивних тестів, а також спеціально розробленого програмного забезпечення.

Організація навчальної діяльності здійснюється у таких формах: індивідуальна, консультативна, дистанційна та змішана.

Передбачається реалізація повторення у два етапи:

1) по темах з орієнтацією на практичне відпрацювання окремих знань, умінь та навичок і систематизацію знань;

2) виконання комплексних тестів для відпрацювання набутих математичних компетентностей і, за потреби, коригувальної діяльності.

У рамках першого етапу повторення (тематичного) увесь навчальний зміст розподілено на 10 розділів, кожен із яких містить поділ на менші теми.

Усі тренувальні тести (діагностичні, тематичні, комплексні) формуються випадковим чином із попередньо підготовленого банку завдань і набору схем тестів, що включать інформацію про кількість завдань, їх форму та складність. По виконанню тесту учневі надаватиметься зворотний зв'язок щодо його результатів та рекомендації з посиланнями на відповідні матеріали.

Кожен учень починатиме опрацювання з того рівня, який є для нього в цей момент досяжним. Таким чином, учень, котрий має початковий рівень знань з теми або взагалі нею не володіє, просуватиметься поступово через початковий, середній, достатній, можливо (але не обов'язково), високий, а отже протягом свого навчання з цієї теми виконуватиме більше завдань початкового і середнього рівня, аніж достатнього чи високого. Учні ж із достатнім чи високим рівнем отримуватимуть завдання цих рівнів, відповідно, частіше. Також на певних темах чи рівнях частині учнів може знадобитися більше завдань для відпрацювання. І важливим, на нашу думку, є те, щоб одні і ті ж завдання не повторювалися або дублювалися якомога рідше, що не скасовує використання аналогічних завдань для закріплення навичок. Це приводить до потреби у формуванні об'ємного та розгорнутого банку завдань. Далі розглянемо алгоритм формування такого банку завдань для реалізації практико-орієнтованого адаптивного повторення шкільного курсу математики.

Для формування банку завдань було застосовано поєднання структурно-тематичного, рівневеводиференційованого та форматно-класифікованого підходів до кодування завдань.

Структурно-тематичний розподіл передбачає розбиття на 10 розділів, кожен із яких містить певну кількість тем. Для кодування завдань позначимо розділи великими латинськими літерами A-J, а номери тем – арабськими цифрами, як наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Структурно-тематичне кодування завдань

Код розділу	Назва розділу	Код теми	Назва теми
A	Вирази	A1	Числові вирази
		A2	Цілі раціональні вирази
		A3	Дробово-раціональні вирази
		A4	Ірраціональні вирази
		A5	Тригонометричні вирази
		A6	Логарифмічні вирази
B	Функції	B1	Означення функції, її властивості та графік
		B2	Елементарні функції, їх властивості та графіки
		B3	Перетворення графіків функції
C	Рівняння	C1	Лінійні рівняння, рівняння з модулем
		C2	Квадратні рівняння
		C3	Дробово-раціональні рівняння
		C4	Ірраціональні рівняння
		C5	Тригонометричні рівняння
		C6	Показникові рівняння
		C7	Логарифмічні рівняння
		C8	Системи рівнянь
D	Нерівності	D1	Лінійні нерівності
		D2	Квадратичні нерівності
		D3	Нерівності з модулем
		D4	Раціональні нерівності
		D5	Показникові нерівності
		D6	Логарифмічні нерівності
		D7	Системи та сукупності нерівностей
E	Текстові задачі	E1	Відношення та пропорції
		E2	Відсоткові розрахунки
		E3	Задачі на рух та роботу
F	Елементи математичного аналізу	F1	Послідовності. Прогресії
		F2	Похідна та її застосування
		F3	Первісна, інтеграл та їх застосування
G	Елементи стохастики	G1	Комбінаторика
		G2	Теорія імовірностей
		G3	Статистика
H	Планіметрія	H1	Найпростіші геометричні фігури на площині
		H2	Трикутники
		H3	Чотирикутники
		H4	Многокутники
		H5	Коло, круг
I	Стереометрія	I1	Основні поняття стереометрії
		I2	Призма
		I3	Піраміда
		I4	Циліндр
		I5	Конус
		I6	Сфера, куля
J	Координати і вектори	J1	Прямокутна система координат на площині та в просторі
		J2	Вектори на площині та в просторі
		J3	Геометричні перетворення

Рівнева диференціація завдань відповідає вимогам оцінювання навчальних досягнень у системі загальної середньої освіти. Для кодування рівнів навчальних досягнень використаємо малі латинські літери p, q, r, s, де p – початковий, q – середній r – достатній, s – високий. Щодо типів завдань, передбачається використання завдань на вибір однієї правильної відповіді з кількох запропонованих, на встановлення логічних пар та завдання відкритої форми з короткою відповіддю, які будуть закодовані літерами x, y, z відповідно.

Таким чином, друге завдання з альтернативами середнього рівня з теми “Квадратні рівняння” матиме код C2qx_2, а п’яте завдання з короткою відповіддю високого рівня з теми “Логарифмічні нерівності” матиме код D6sz_5. Якщо ж завдання перевіряє знання, уміння, навички з кількох тем розділу, що характерно для завдань на встановлення

логічних пар, то в кодуванні замість номеру теми позначимо 0. Наприклад, завдання з номером C0ry_12 повертає дванадцяте завдання на встановлення відповідності достатнього рівня з розділу "Рівняння". Причому це завдання може перевіряти уміння розв'язувати, наприклад, квадратні, показникові та логарифмічні рівняння.

Для розробки завдань було використано чинні підручники з математики, алгебри, геометрії, алгебри та початків аналізу для середньої та старшої школи, збірники для підготовки до ЗНО (НМТ) з математики, а також авторські завдання. Для адаптації окремих завдань та розробки набору аналогічних завдань було застосовано, зокрема, засоби штучного інтелекту. Технічно завдання було реалізовано на платформі Classtime.

Розглянемо реалізацію тематичного повторення. Опрацювання кожного розділу розпочинається з діагностичного тестування, що реалізується у формі автоматично згенерованого тесту за попередньо визначеною схемою і охоплює всі теми розділу. Результати цього етапу дозволяють попередньо встановити рівень опанування кожної з тем та відкривають доступ до мапи розділу. Перед безпосереднім опрацюванням тем учень ознайомлюється зі змістом структурно-логічної схеми відповідного розділу.

Якщо за результатами діагностичного тесту виявлено високий рівень знань з теми, учневі пропонується тренувальний тематичний тест, який включає завдання високого рівня складності, з метою підтвердження отриманого висновку. У разі підтвердження високого рівня учень переходить до вивчення наступної теми. Якщо ж результат тренувального тесту не підтверджує високого рівня, учень опрацьовує навчальні матеріали, спрямовані на формування вмінь і навичок, необхідних для досягнення вищого рівня. Після цього пропонується повторне тематичне тестування, за результатами якого оновлюється позначення рівня засвоєння теми на мапі розділу.

За умови попереднього визначення достатнього рівня, учневі надається тренувальний тематичний тест із завданнями до достатнього рівня включно (без завдань високого рівня). У випадку підтвердження відповідного рівня засвоєння учень (самостійно або за участі вчителя) може обрати перейти до наступної теми або продовжити опрацювання матеріалів, спрямованих на досягнення високого рівня. Якщо ж результат тестування виявляється нижчим за достатній, учень працює з матеріалами відповідного рівня, після чого проходить повторне тестування.

Аналогічна логіка застосовується для учнів із попередньо визначеним середнім рівнем. У разі, якщо результати діагностики свідчать про початковий рівень або неволодіння темою, учень обов'язково опрацьовує навчальні матеріали початкового та середнього рівнів, а після підтвердження результатів отримує опції перейти до тем достатнього рівня або до наступної теми.

Варто зазначити, що на будь-якому етапі опрацювання теми учень має змогу (самостійно або за погодженням з учителем) ухвалити рішення про перехід до наступної теми без досягнення вищих рівнів, що узгоджується з принципом надання можливості опанування матеріалу на досяжному для конкретного учня рівні.

Після проходження усіх тем розділу пропонується підсумковий тест за подібною до діагностичного структурою для відслідковування прогресу.

При відпрацюванні набутих знань, умінь та навичок за допомогою комплексних тестів, які так само автоматично генеруються із банку завдань за випадково обраною схемою, може виникнути потреба повернутися до певного із розділів чи окремих тем. Учень також може це зробити за власним бажанням, якщо відчуває потребу в повторенні чи хоче підвищити свій рівень навчальних досягнень з певної теми. Чим більш наповненим буде при цьому банк завдань для кожної теми, форм та складності завдань, тим меншим буде ризик виконання завдання псевдоправильно, тобто мимовільного запам'ятовування правильної відповіді, а не шляху розв'язання. Цей аспект свідчить про потребу в постійному доповненні банку завдань, який є основною адаптивності пропонованого підходу.

Практичне значення. Практичне значення розробки полягає у створенні банку завдань різних форм та складності, які реалізовані в програмному засобі та можуть бути використані для навчальних цілей вчителями та викладачами математики, зокрема для реалізації адаптивного навчання відповідно до розробленої концептуальної моделі.

Обмеження дослідження. Дана методична розробка має також ряд обмежень, зокрема географічні, вікові та технічні. Дослідження зосереджено на практичному застосуванні адаптивних технологій навчання у межах однієї країни – України, а зміст дидактичних матеріалів стосується чинної програми з математики (алгебри, алгебри та початків аналізу, геометрії) рівня стандарту і розрахований для учнів старших класів. Також використання описаного підходу потребує застосування технічних (комп'ютер, планшет або телефон) та програмних (наприклад, Classtime) засобів і доступу до мережі Інтернет.

Перспективи подальших досліджень. Розширення банку завдань, проведення апробації розробленої системи, розробка додаткового навчального контенту (відеоуроки, структурно-логічні схеми тощо) для наповнення мапи розділів.

6. Висновки

1. У ході літературного огляду було встановлено, що адаптивні системи навчання є одним із дієвих інструментів забезпечення персоналізації навчання та побудови індивідуальних освітніх траєкторій, проте більшість досліджень стосуються вищої освіти, а не середньої. Запропоновано застосування адаптивних технологій до підсумкового повторення шкільного курсу математики з орієнтацією на практичне відпрацювання знань, умінь і навичок.

Описано концептуальну модель практико-орієнтованого адаптивного підходу до повторення шкільного курсу математики з застосуванням сучасних технологій навчання, зокрема тестових онлайн платформ, мікронавчання, структурно-логічних схем.

2. Розроблено систему кодування для створення банку завдань, яка поєднує структурно-

тематичний, рівненево-диференційований та формат-но-класифікований підходи і відображає розділ та тему, до яких належить завдання, його форму та складність.

3. Створено відповідний банк завдань з використанням власних розробок, завдань із чинних підручників з математики (алгебри, алгебри та початків аналізу, геометрії) рівня стандарту, завдань зі збірників для підготовки до ЗНО (НМТ) з математики, а також інструментів ШІ. Доповнення та розширення цієї бази завдань є одним із напрямків подальших досліджень, серед яких також доповнення системи дидактичними матеріалами та апробація в освітньому процесі.

Конфлікт інтересів

Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно даного дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в даній статті.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Рукопис не має пов'язаних даних.

Використання засобів штучного інтелекту

Автори використовували технології штучного інтелекту у допустимих рамках для надання власних перевірених даних, що описано у розділі з методикою дослідження. Зокрема, було використано ChatGPT при створенні та адаптації деяких прикладів і задач для наповнення банку завдань.

Література

1. Про затвердження Державного стандарту профільної середньої освіти (2024). Постанова Кабінету Міністрів України № 851. 25.07.2024. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-п#Text

2. Про освіту (2017). Закон України № 2145-VIII. 05.09.2017. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text

3. Результати міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 (2023). Міністерство освіти і науки України. Available at: https://mon.gov.ua/news/rezultati-mizhnarodnogo-doslidzhennya-yakosti-osviti-pisa-2022

4. Грищенко, М. (Ред.) (2016). Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи. Міністерство освіти і науки України. Available at: https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf

5. Kang, S. H. K. (2016). Spaced Repetition Promotes Efficient and Effective Learning. Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences, 3 (1), 12–19. https://doi.org/10.1177/2372732215624708

6. Sirwan Mohammed, G., Wakil, K., Sirwan Nawroly, S. (2018). The Effectiveness of Microlearning to Improve Students' Learning Ability. International Journal of Educational Research Review, 3 (3), 32–38. https://doi.org/10.24331/ijere.415824

7. Leong, K., Sung, A., Au, D., Blanchard, C. (2021). A review of the trend of microlearning. Journal of Work-Applied Management, 13 (1), 88–102. https://doi.org/10.1108/jwam-10-2020-0044

8. Медведєва, М. О. (2024). Застосування технологій штучного інтелекту для автоматизації оцінювання знань у адаптивних навчальних системах. Адаптивні технології управління навчанням ATL-2024. Київ: ІЦО НАПН України, 49–51. Available at: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743981/1/Збірка_ATL-2024_ISBN%20978-617-8330-30-9%20%281%29.pdf#page=49

9. Capuano, N., Caballé, S. (2020). Adaptive Learning Technologies. AI Magazine, 41 (2), 96–98. https://doi.org/10.1609/aimag.v41i2.5317

10. Мізюк, В. А., Хижняк, А. В., Хренова, В. В. (2025). Використання адаптивних навчальних платформ для персоналізації дистанційного навчання. Педагогічна Академія: наукові записки, 14. https://doi.org/10.5281/zenodo.14605125

11. Носенко, Ю. Г. (2018). Адаптивні системи навчання: сутність, характеристика, стан використання у вітчизняних закладах педагогічної освіти. Фізико-математична освіта, 3 (17), 73–78. https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-017-3-013

12. Білоус, О. С., Федорук, Ю. А. (2018). Впровадження адаптивного навчання у сучасний освітній простір. Адаптивні технології управління навчанням ATL-2018. Одеса, 21–25. Available at: https://pdpu.edu.ua/doc/conf/2018/atl4/Zbirka_tez_ATL-2018.pdf

13. Rachmad, Y. E. (2022). Adaptive Learning Theory. La Paz Costanera Publicaciones Internacionales, Edición Especial 2022. https://doi.org/10.17605/OSF.IO/VFZ38

14. Li, F., He, Y., Xue, Q. (2021). Progress, Challenges and Countermeasures of Adaptive Learning: A Systematic Review. Educational Technology & Society, 24 (3), 238–255. Available at: https://www.jstor.org/stable/27032868

15. Taylor, D. L., Yeung, M., Bashet, A. Z.; Ryoo, J., Winkelmann, K. (Eds.) (2021). Personalized and Adaptive Learning. Innovative Learning Environments in STEM Higher Education. Cham: Springer, 17–34. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58948-6_2

16. Захарійченко, Ю. О., Школьний, О. В., Захарійченко, Л. І., Школьна, О. В. (2020). Сучасна підготовка до ЗНО з математики. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 232.

Received 22.07.2025
Received in revised form 14.08.2025
Accepted 21.08.2025
Published 24.09.2025

Бойко Юлія Володимирівна, аспірантка, кафедра методики навчання математики, Український державний університет імені Михайла Драгоманова, вул. Пирогова, 9, м. Київ, Україна, 01601
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7003-6266
E-mail: yu.v.tykhonenko@npu.edu.ua