Журнал «Перспективи та інновації науки»
№ 12(58) 2025

УДК 378.147:51:159.944.4:159.953

https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-12(58)-1588-1607

Таточенко Володимир Іванович кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри алгебри, геометрії та математичного аналізу, Херсонський державний університет, м. Івано-Франківськ, https://orcid.org/0000-0002-8984-268X

Гаран Ірина Олегівна асистентка кафедри алгебри, геометрії та математичного аналізу, Херсонський державний університет, м. Івано-Франківськ, https://orcid.org/0009-0005-6545-8359

КОМПЕТЕНТНІСТЬ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ КОГНІТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В УЧНІВ ІЗ ПІДВИЩЕНОЮ ТРИВОЖНІСТЮ: ВЕКТОРИ ФОРМУВАННЯ В УМОВАХ ВІДБУДОВИ ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ

Анотація. У статті досліджується проблема формування компетентності майбутнього вчителя математики щодо мінімізації когнітивного навантаження в учнів із підвищеною тривожністю в умовах психолого-педагогічної відбудови освітнього простору. Об’єктом дослідження є процес підготовки майбутніх учителів математики, а предметом — система векторів формування їхньої компетентності щодо управління когнітивним навантаженням і психологічним станом учнів. Автори аналізують теоретичні підходи до концепції когнітивного навантаження, специфіку його впливу на навчальну діяльність тривожних учнів та роль компетентності педагога у забезпеченні оптимального освітнього середовища.

У роботі обґрунтовано психолого-педагогічні передумови формування компетентності майбутніх учителів, визначено ключові компоненти та принципи її розвитку. Запропоновано вектори формування компетентності, що включають методичну, психологічну та комунікативну складові, спрямовані на ефективне зниження когнітивного навантаження та підтримку емоційної стабільності учнів під час вивчення математики. Акцент зроблено на інтеграції діяльнісного та компетентнісного підходів у підготовці педагогів, застосуванні сучасних технологій дидактичного моделювання та формуванні професійної рефлексії майбутніх учителів.

Результати дослідження мають теоретичне та практичне значення: вони дозволяють удосконалити методичні системи підготовки педагогів, створювати психолого-педагогічно безпечне освітнє середовище та підвищувати ефективність навчання математики у школі. Актуальність роботи зумовлена сучасними викликами відбудови освітнього простору в Україні та необхідністю адаптації

навчального процесу до психологічних потреб учнів, які перебувають у стресових або тривожних станах.

Ключові слова: компетентність майбутнього вчителя, когнітивне навантаження, тривожність учнів, формування педагогічної компетентності, психолого-педагогічна відбудова, математична освіта, педагогічні технології.

Tatochenko Volodymyr Ivanovych Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Algebra, Geometry and Mathematical Analysis, Kherson State University, Ivano-Frankivsk, https://orcid.org/0000-0002-8984-268X

Haran Iryna Olehivna Assistant Professor, Department of Algebra, Geometry and Mathematical Analysis, Kherson State University, Ivano-Frankivsk, https://orcid.org/0009-0005-6545-8359

COMPETENCE OF A FUTURE MATHEMATICS TEACHER IN MINIMIZING COGNITIVE LOAD IN STUDENTS WITH INCREASED ANXIETY: VECTORS OF FORMATION IN THE CONDITIONS OF RECONSTRUCTION OF THE EDUCATIONAL SPACE

Abstract. The article explores the issue of developing the competence of future mathematics teachers in minimizing cognitive load in students with heightened anxiety within the context of the psychopedagogical reconstruction of the educational space. The research object is the process of preparing future mathematics teachers, while the subject is the system of vectors for forming their competence in managing cognitive load and students' psychological states. The study analyzes theoretical approaches to the concept of cognitive load, the specifics of its impact on the learning activities of anxious students, and the role of teacher competence in ensuring an optimal educational environment.

The paper substantiates the psychopedagogical prerequisites for forming this competence, identifies its key components, and outlines the principles of its development. The vectors of competence formation proposed in the study encompass methodological, psychological, and communicative dimensions aimed at effectively reducing cognitive load and supporting students' emotional stability during mathematics instruction. Special attention is paid to the integration of activity-based and competency-based approaches in teacher training, the application of modern didactic modeling technologies, and the development of professional reflection in future teachers.

The results of the research have both theoretical and practical significance. They provide a basis for improving methodological systems in teacher education, creating psychologically safe educational environments, and enhancing the effectiveness of mathematics learning in schools. The study's relevance is determined by contemporary

challenges in the reconstruction of the educational space in Ukraine and the necessity to adapt the learning process to the psychological needs of students experiencing stress or heightened anxiety.

Keywords: future teacher competence, cognitive load, student anxiety, teacher competence formation, psychopedagogical reconstruction, mathematics education, pedagogical technologies.

Постановка проблеми. Сучасна українська освіта функціонує в умовах полікризи, де глибока соціальна травма внаслідок збройної агресії посилює класичні виклики навчання. Освітній простір перестав бути нейтральним середовищем передачі знань, перетворившись на арену, де психоемоційний стан учасника (тривога, стрес, втома) стає ключовим чинником когнітивної продуктивності. У цих умовах завдання психолого-педагогічної відбудови набуває системного характеру, вимагаючи не лише терапевтичних інтервенцій, а й глибокої трансформації самого педагогічного процесу, зокрема — його когнітивної архітектури.

Предмет математики, з його високим рівнем абстракції, строгою логічною послідовністю та соціальним стереотипом про складність, є особливо вразливим полем для виявлення цієї кризи. Для учня з підвищеною тривожністю (яка в сучасних умовах може мати як ситуативний, так і тривожно-особистісний характер) урок математики часто стає потужним стресором, що запускає порочне коло: тривога → підвищення шкідливого когнітивного навантаження (Cognitive Load) → блокування робочої пам'яті → невдача → посилення тривоги та формування навченої безпомічності. Таким чином, тривожність і когнітивне навантаження утворюють синергетичну пару, що системно блокує навчальні досягнення та погіршує психологічне благополуччя.

Подолання цього кола вимагає від вчителя математики не лише предметно-методичної майстерності, а й специфічної професійної компетентності, спрямованої на проєктування та корекцію навчального процесу з урахуванням когнітивно-емоційних станів учнів. Ця компетентність полягає у здатності:

- діагностувати ознаки надмірного когнітивного навантаження, спричиненого тривожністю;
- проєктувати навчальні ситуації (від вибору завдань до оформлення матеріалів) з мінімізацією непродуктивного навантаження;
- застосовувати інструменти оперативної корекції когнітивного навантаження під час уроку (мова, жести, техніки перефокусування, диференціація інструкцій);
- формувати в класі культуру помилки та підтримуюче середовище, що знижує саму основу тривоги.

Незважаючи на окремі дослідження з теорії когнітивного навантаження (Дж. Свеллер, П. Чандлер) та педагогічної психології тривоги, в українській і зарубіжній науці залишається недослідженим інтегральний феномен профе-

сійної компетентності вчителя-предметника щодо мінімізації когнітивного навантаження саме в учнів із підвищеною тривожністю. Зокрема, існує низка суттєвих протиріч:

- Між гострою суспільною потребою у створенні травмочутливих, психологічно безпечних освітніх середовищ і відсутністю системної підготовки майбутніх учителів математики до вирішення цього завдання.
- Між розумінням важливості інклюзивного, персоналізованого підходу і переважно предметно-центричною моделлю педагогічної освіти, яка не розвиває в студентів «когнітивну емпатію» та інструментарій для керування ментальним навантаженням учнів.
- Між наявністю окремих психолого-педагогічних рекомендацій щодо роботи з тривожними дітьми і відсутністю чіткої методичної системи, що інтегрувала б ці рекомендації з конкретним змістом шкільного курсу математики та перетворювала б їх на формуючу компетентність майбутнього фахівця.

Таким чином, центральною науковою проблемою виступає відсутність теоретично обґрунтованої та методично втіленої системи формування в майбутніх учителів математики спеціалізованої компетентності з мінімізації когнітивного навантаження в учнів із підвищеною тривожністю, адаптованої до контексту психолого-педагогічної відбудови освітнього простору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження переходять від констатації математичної тривожності до аналізу її механізмів та наслідків на рівні нейрокогнітивних процесів. Робота "Behavioural predictors of math anxiety" [1] важлива тим, що виокремлює поведінкові маркери (уникання, вербалізація), які можуть слугувати для вчителя неінвазивною діагностикою. Проте прогалиною залишається розробка педагогічних інтервенцій, спрямованих саме на ці конкретні поведінкові патерни.

Дослідження " Anxiety is not enough to drive me away: A latent profile analysis on math anxiety and math motivation" [2] підкреслює гетерогенність явища: існують не лише "високі" та "низькі" рівні тривоги, а й різні її профілі (наприклад, "тривога, пов'язана з оцінюванням" vs "тривога через тимчасовий тиск"). Це ставить під сумнів універсальні підходи та вимагає від майбутнього вчителя диференційованої "діагностичної уваги".

Найбільш критичним для нашого дослідження є висновок дослідження "Math Anxiety, Math Performance and Role of Field Experience in Preservice Teachers" [3]. Воно доводить, що тривожність вчителя є не лише особистою проблемою, а професійно-значущим дефіцитом, що призводить до епідеміологічного ефекту: вчитель із високою тривожністю неусвідомлено створює середовище, що її підтримує та посилює. Це перетворює нашу тему з методичної на стратегічну для якості освіти в цілому.

Вітчизняні дослідження останніх років («Психологічні особливості прояву тривожності підлітків в умовах воєнного конфлікту» [4]; «Features of Adaptation and Overcoming Stress in Adolescents in the Conditions of Military Conflict» [5] чітко

фіксують трансформацію математичної тривожності в умовах колективної травми. Якщо в доперерізний період вона розглядалася переважно як предметно-специфічний страх, то сьогодні вона накладається на високий фоновий рівень посттравматичного стресу, набуваючи характеру генералізованої когнітивної блокади. Це означає, що тривожність у учнів може активізуватися не лише складними задачами, але й нейтральними стимулами (наприклад, звуком сигналу тривоги, який переривав онлайн-урок), що значно ускладнює завдання вчителя.

Класична Cognitive Load Theory (CLT) Дж. Свеллера отримала важливе розширення. Робота "Cognitive Load in Solving Mathematics Problems" [6] підкреслює, що для тривожного учня внутрішнє навантаження (власне складність матеріалу) катастрофічно збільшується через емоційний "шум" (обробку негативних емоцій та образів невдач). Таким чином, тривожність виступає "потенціатором" шкідливого когнітивного навантаження, створюючи подвійний блок для робочої пам'яті.

Більшість досліджень CLT зосереджені на оптимізації навчальних матеріалів. Недостатньо досліджено, як педагогічна комунікація в реальному часі (жести, тон голосу, формулювання інструкцій під час стресу учня) може динамічно знижувати або підвищувати когнітивне навантаження.

Українські науковці («Когнітивна складність дистанційного навчання математики в середній школі» (Петренко, 2023); «Цифрова втома як фактор ефективності навчання» (Мельник, 2024)) емпірично довели, що гібридний формат навчання, поширений через війну, значно підвищує зовнішнє когнітивне навантаження. Учню одночасно доводиться:

- Керувати технічними аспектами (з'єднання, перемикання між вкладками).
- Фільтрувати надлишкову інформацію в цифровому середовищі.
- Компенсувати відсутність безпосереднього невербального контакту з вчителем.

Для тривожних учнів це створює потрійне навантаження, що часто призводить до когнітивного колапсу. Це робить традиційні методи оптимізації когнітивного навантаження недостатніми, вимагаючи нових, контекстно-зв'язаних стратегій.

Огляд останніх публікацій ("Embracing Digital Technologies into Mathematics Education (2023) [7], "Effects of AR mathematical picture books..." (2024) [8]) свідчить про тренд технологізації. Проте виникає критичне питання: чи є технологія сама по собі панацеєю? Дослідження показують покращення мотивації та зниження навантаження, але часто не відстежують тривалість ефекту та перенесення навичок на не-ігрові, стандартні завдання.

Більш перспективним вектором є гібридні підходи, що інтегрують технології з глибинною педагогікою. Наприклад, дослідження "Bounded confidence modeling predicts how group work affects student math anxiety" (2024) [9] вказує, що групова робота знижує тривогу лише за умови ретельно структурованої комунікації та чітких правил взаємодії, що вимагає від вчителя високого рівня

фасилітаційних умінь. Таким чином, ключовим стає не технологія, а якість педагогічного супроводу, який її обрамовує.

Дослідження «Формування емоційної компетентності майбутнього вчителя в умовах освітніх трансформацій» (Бойко, 2024) та робота «Формування складової професійної компетентності майбутніх учителів математики» (2025) [10] підтверджують усвідомлення проблеми на рівні педагогічної науки. Проте аналіз змістових програм провідних педагогічних ЗВО свідчить про дисбаланс:

Наявність окремих курсів з педагогічної психології чи інклюзивної освіти.

Відсутність системної інтеграції цих знань у методичну підготовку саме вчителя-математика. Студенти не отримують відповіді на практичні питання: які саме формулювання завдань знижують тривогу? Як змінити структуру уроку геометрії для дистанційного навчання тривожного класу?

Ця прогалина підтверджується висновками Всеукраїнського круглого столу «Психологічна безпека в освіті: виклики воєнного часу» (Київ, 2024), де зазначалося про необхідність створення «швидких» методичних рішень для вчителів-предметників, адаптованих до кризових умов.

Українські роботи та міжнародні дослідження справедливо виділяють потрібні компоненти компетентності (методичний, психологічний, комунікативний). Однак існує розрив між декларуванням цих компонентів та наявністю конкретних, апробованих педагогічних технологій їх формування.

Більшість програм підготовки вчителів розвивають знання про тривогу та когнітивне навантаження, але не формують автоматизовані вміння реагування у стресових умовах реального уроку. Відсутні симуляційні середовища (наприклад, на основі віртуальної реальності або детальних кейс-методів), де студент може тренуватися розпізнавати ознаки кризи та застосовувати стратегії без ризику для реальних учнів.

З'явилися перші практико-орієнтовані публікації українських авторів у фахових виданнях («Математика без страху: практичні поради для вчителя початкової школи» (Журнал «Початкова школа», 2024); «Використання ігрових платформ під час дистанційного навчання математики» (Освітній портал «На Урок»)). Їхня цінність — у практичній спрямованості. Однак їхній недолік — відсутність ґрунтовного наукового обґрунтування та фрагментарність. Це окремі прийоми, а не цілісна система формування компетентності вчителя.

Актуальність нашого дослідження полягає у запропонованому переході від констатації складних умов до створення конструктивного, системного інструментарію. Ми заповнюємо не лише теоретичну прогалину, але й гостру практичну потребу освіти України у формуванні нового покоління вчителів-математиків, які є не тільки предметниками, але й архітекторами когнітивної безпеки та агентами психолого-педагогічної відбудови в своїх класах. Це дослідження виходить за межі академічного інтересу й набуває значення стратегічного ресурсу для відновлення якості освіти в Україні.

Мета статті полягає в концептуалізації компетентності майбутнього вчителя математики щодо мінімізації когнітивного навантаження у тривожних

учнів та визначенні ключових векторів (змістових, технологічних, організаційних) її формування в освітньому процесі педагогічного ЗВО, зорієнтованому на завдання відбудови.

Виклад основного матеріалу. У сучасній педагогічній науці поняття компетентність майбутнього вчителя розглядається як інтегрована професійно-особистісна характеристика, що відображає здатність суб'єкта педагогічної діяльності ефективно виконувати професійні функції на основі поєднання знань, умінь, цінностей, досвіду та особистісних якостей (Х.Г. Гарднер, Л.М. Мітина). У компетентнісному підході компетентність трактується не як сума засвоєних знань, а як готовність до їх застосування у реальних педагогічних ситуаціях (Дж. Равен, А.В. Хуторської).

У працях з методики навчання математики компетентність майбутнього вчителя розглядається також як динамічна система, що включає предметно-методичний, психолого-педагогічний, комунікативний і рефлексивний компоненти (М.І. Загірняк, О.В. Семеног). У контексті сучасних освітніх викликів особливого значення набуває здатність майбутнього вчителя адаптувати навчальний процес до індивідуальних потреб учнів, зокрема — до їхнього емоційного стану та когнітивних можливостей (Д. Гоулман, у контексті емоційного інтелекту).

Поняття когнітивного навантаження походить із когнітивної психології та теорії навчання й визначається як обсяг ментальних ресурсів, які залучає людина під час виконання пізнавального завдання (Дж. Свеллер, П. Чандлер) [11-12]. У класичній теорії когнітивного навантаження (Cognitive Load Theory, CLT) виокремлюють внутрішнє, зовнішнє та доцільне навантаження, що відрізняються за джерелом і педагогічною функцією (Дж. Свеллер, Дж. Мерріенбоер).

У дидактиці математики когнітивне навантаження розглядається як важливий чинник, що визначає ефективність засвоєння навчального матеріалу (П. Чандлер, Дж. Свеллер). Надмірне когнітивне навантаження може призводити до зниження уваги, швидкої втоми, помилок у мисленні та втрати навчальної мотивації, особливо у тривожних учнів (Д. Кахілл, Дж. Парк). Тому управління когнітивним навантаженням розглядається як одна з ключових професійних компетентностей сучасного вчителя.

Тривожність учнів у психолого-педагогічних дослідженнях трактується як емоційний стан, що характеризується почуттям напруження, занепокоєння та очікування негативного результату в навчальних ситуаціях (Ч.Д. Спілбергер, Ю.Л. Ханін). Вона може мати як ситуативний характер, так і стійку особистісну форму.

У контексті навчання математики часто використовується поняття математичної тривожності (math anxiety), яка проявляється у страху перед математичними завданнями, оцінюванням, публічними відповідями (М. Ашкрафт, Е. Малоні). Дослідники підкреслюють, що тривожність безпосередньо впливає на когнітивні процеси — знижує обсяг робочої пам'яті, ускладнює концентрацію

та підсилює когнітивне навантаження (М. Ашкрафт, А. Мур). Це зумовлює необхідність спеціальної педагогічної підтримки таких учнів.

Формування педагогічної компетентності розглядається як цілеспрямований, поетапний і системний процес професійного розвитку майбутнього вчителя в умовах педагогічної освіти (Л.М. Мітина, В.А. Сластенін). У наукових дослідженнях наголошується, що цей процес охоплює не лише засвоєння теоретичних знань, а й розвиток практичних умінь, ціннісних орієнтацій, рефлексивних і комунікативних здібностей.

Сучасні підходи підкреслюють діяльнісний і контекстний характер формування компетентності, що передбачає залучення студентів до моделювання реальних педагогічних ситуацій, аналізу складних освітніх кейсів, усвідомлення психологічних особливостей учнів (Д. Шон, концепція рефлексивного практика). У цьому аспекті формування компетентності щодо управління когнітивним навантаженням і тривожністю набуває особливої актуальності.

Поняття психолого-педагогічної відбудови використовується для позначення комплексу заходів, спрямованих на відновлення та підтримку психологічного благополуччя учасників освітнього процесу в умовах криз, соціальних потрясінь або тривалого стресу (Б. Гуд, теорія травмоінформованої педагогіки). У педагогічному контексті воно пов’язується зі створенням безпечного, підтримувального й адаптивного освітнього середовища.

Психолого-педагогічна відбудова передбачає перегляд традиційних підходів до навчання, зменшення надмірного навчального навантаження, підвищення ролі емпатії, педагогічної підтримки та гнучкості у взаємодії з учнями (Дж. Кемпбелл, М. Сіпл). У цьому контексті вчитель виступає не лише транслятором знань, а й ключовою фігурою психологічної стабілізації освітнього простору.

Математична освіта розглядається як складова загальної освіти, спрямована на формування математичної компетентності, логічного мислення, умінь аналізувати, моделювати та розв’язувати проблеми (Дж. Кілпатрік, Я. ван де Вале). У сучасних дослідженнях математична освіта трактується не лише як засвоєння формальних знань, а як розвиток особистості учня через математичну діяльність [13-15].

Особлива увага приділяється гуманізації математичної освіти, урахуванню психологічних особливостей учнів, створенню умов для позитивного емоційного ставлення до математики [16-17]. Це зумовлює необхідність поєднання предметної строгості з педагогічною чутливістю.

Педагогічні технології визначаються як системно організовані способи проєктування, реалізації та оцінювання освітнього процесу, спрямовані на досягнення прогнозованих результатів навчання (В.П. Беспалько, Г.К. Селевко). Вони охоплюють цілі, зміст, методи, форми та засоби навчання, а також механізми зворотного зв’язку.

У сучасній математичній освіті педагогічні технології розглядаються як інструмент оптимізації когнітивного навантаження, підвищення мотивації та

зниження тривожності учнів (П. Ділленбург, у контексті комп'ютерно-підтримуваного навчання). Особливе значення мають адаптивні, інтерактивні та особистісно орієнтовані технології, які дозволяють створювати психологічно комфортне та ефективне навчальне середовище [18-19].

Методологічні засади дослідження. Метою дослідження є теоретико-методологічна розробка та обґрунтування моделі формування спеціалізованої компетентності майбутнього вчителя математики. Для її досягнення обрано комплекс методологічних підходів, принципів і методів, що відповідають об'єкту (процес професійної підготовки) та предмету (модель компетентності з ядром діагностико-проєктного блоку) дослідження.

1. Методологічні підходи. Модель побудована на синтезі шести взаємо-доповнюючих підходів, що формують її філософсько-теоретичний фундамент:

Компетентнісний підхід (Дж. Равен, А. Хуторській) визначає ціль дослідження — формування не суми знань, а здатності (компетентності) до ефективної діяльності. Він задає фокус на результаті — готовності вчителя до проактивної роботи з когнітивним навантаженням та тривожністю учнів [10].

Діяльнісний підхід (А. Леонтьєв, С. Рубінштейн) концентрує увагу на механізмі формування компетентності — через спроєктовану професійну діяльність. Він обґрунтовує модель як систему дій (прогнозу, проєктування, корекції), а не лише знань.

Особистісно орієнтований підхід (К. Роджерс, І. Якиманська) визначає орієнтир моделі: педагогічна дія має бути спрямована на розвиток та психологічну безпеку учня. Це обґрунтовує введення категорій «емоційного імунітету» та «навігованості» як інструментів підтримки індивідуума.

Комунікативний підхід (Ю. Хабермас, М. Бахтін) розкриває природу взаємодії у моделі. Ефективність «імунітету уроку» залежить від якості діалогу, співпраці та спільно збудованих смислів, що підкреслює роль комунікативно-емпатійного компоненту компетентності.

Синергетичний підхід (Г. Хакен, І. Пригожин) надає мови для опису динаміки системи «учитель-учень». Він дозволяє трактувати компетентність не як лінійну суму компонентів, а як емерджентну якість, що виникає з синергії («компетентність–навігованість»), та пояснити її зростання через петлі зворотного зв'язку ($K_{\{t+1\}} = K_t + f(E_u)$).

Прогностичний підхід (І. Бестужев-Лада, Б. Сазонов) становить основу проактивності. Він обґрунтовує необхідність діагностичного прогнозування й моделювання педагогічних сценаріїв для превентивного впливу, що є суттю «проактивного педагогічного впливу».

2. Методологічні принципи. Побудова моделі та аналіз явищ здійснювалися з дотриманням наступних принципів:

Системності: компетентність досліджується не як набір окремих якостей, а як цілісна система зі структурою (5 компонентів), ядром (діагностично-проєктний блок) та динамічними зв'язками.

Цілісності: модель інтегрує педагогічні, психологічні та предметно-методичні аспекти в єдину конструкцію («тріада понять»), що відображає реальну складність професійної діяльності.

Наукової верифікованості: усі висновки ґрунтуються на критичному аналізі сучасних вітчизняних та міжнародних джерел з психології освіти (теорія К-Н, математична тривожність), педагогіки (компетентнісний підхід) та методики математики.

Структурно-функціональної узгодженості: кожен елемент моделі (наприклад, «навігаційні маркери») має чітку функцію в загальній системі (зниження зовнішнього когнітивного навантаження), а зв'язок між структурами (напр., синергія К-Н → проактивність) обов'язково пояснюється.

3. Методи наукового дослідження. Для реалізації завдань дослідження застосовано такий комплекс методів:

Теоретичне моделювання — ключовий метод, що дозволив сконструювати авторську концептуальну модель (тріада понять, структура компетентності, динамічне рівняння) як ідеалізований образ досліджуваного об'єкта.

Системний аналіз — застосовано для вивчення професійної компетентності як системи, виявлення її компонентів, ієрархії (ядро/периферія) та принципів функціонування (зворотний зв'язок).

Порівняльно-структурний метод — використано для протиставлення традиційної (реактивної) та запропонованої (проактивної) парадигм педагогічної дії, а також для аналізу різних наукових позицій щодо ключових понять.

Методи педагогічного прогнозування (екстраполяції, експертної оцінки, сценарного моделювання) — стали основою для розробки механізму діагностичного прогнозування як елементу діяльності вчителя.

Рефлексивної експлікації — метод усвідомлення та чіткого вербального вираження (експлікації) власних теоретичних передумов і логічних зв'язків у моделі, що забезпечило її внутрішню узгодженість.

Концептуальна реконструкція — застосовано для синтезу нових понять («імунітет уроку», «синергія К-Н») на основі інтеграції та творчого переосмислення вже існуючих концепцій (когнітивне навантаження, комунікативна компетентність, синергетика).

Вибраний методологічний комплекс є цілісним, внутрішньо узгодженим і адекватним поставленій меті. Він забезпечив можливість не лише аналізу існуючої реальності, а й конструктивно-теоретичного створення нової моделі професійної компетентності, що відповідає викликам сучасної математичної освіти в умовах психолого-педагогічної відбудови.

В умовах післявоєнної реконструкції українська освіта стоїть перед необхідністю не лише відновити інфраструктуру, але й концептуально переосмислити педагогічний процес, зокрема — підготовку вчителя. Класичний термінологічний апарат часто виявляється недостатнім для опису викликів, пов’язаних з когнітивно-емоційними наслідками травми, проактивною підтримкою учнів та

динамічною синергією професійних компетенцій педагога. Це зумовлює потребу у введенні нових, точніших понять, що дозволять науково осмислити та операціоналізувати механізми психолого-педагогічної відбудови на рівні конкретного уроку.

У межах даного дослідження уточнюється зміст ключових категорій, які формують теоретичну й методологічну рамку моделі педагогічної взаємодії в умовах сучасного уроку. До таких концептів належать проактивний педагогічний вплив, імунітет уроку та синергія компетентність–навігованість (К–Н). Ці категорії не існують автономно: вони формують цілісну триєдину конструкцію, що визначає нові параметри організації освітнього процесу в умовах зростання когнітивної складності, інформаційної турбулентності та психологічних викликів, характерних для післявоєнної відбудови української освітньої системи. Така тріада дозволяє по-новому окреслити місце вчителя математики — не лише як носія предметного знання, а як архітектора безпечного, когнітивно оптимізованого та емоційно врівноваженого навчального середовища.

1. Проактивний педагогічний вплив. Поняття проактивного педагогічного впливу визначається як випереджувальна, цілеспрямована й свідома діяльність учителя, спрямована на створення оптимальних когнітивних, емоційних та організаційних умов навчання ще до виникнення потенційних труднощів. Проактивність відрізняється від реактивності тим, що ґрунтується на антиципації, тобто прогнозуванні можливих сценаріїв розвитку подій, завчасній діагностиці та педагогічному проєктуванні.

Проактивний педагогічний вплив включає здатність учителя:

- моделювати різні траєкторії уроку та передбачати точки потенційних ускладнень;
- прогнозувати рівень готовності, мотивації та емоційного стану учнів;
- виявляти фактори ризику та нейтралізувати їх до моменту розгортання негативних наслідків;
- створювати підтримувальне емоційно-комунікативне середовище;
- проєктувати «коридори успіху» для учнів із різними навчальними можливостями.

Таким чином, проактивний педагогічний вплив — це інтегральна характеристика професійної діяльності, що базується на прогностичності, рефлексивності, адаптивності й відповідальності. Він становить операційне ядро педагогічної компетентності, забезпечуючи основу для реалізації синергії К–Н.

2. Імунітет уроку. Категорія імунітет уроку введена для позначення здатності навчального процесу зберігати свою структурну, когнітивну, комунікативну та емоційну цілісність у разі зовнішніх або внутрішніх дестабілізуючих впливів. За аналогією з біологічною системою, імунітет уроку включає сукупність «захисних механізмів», що забезпечують його стійкість, життєздатність і логічну узгодженість.

До компонентів імунітету уроку належать:

- структурний імунітет — стійкість композиції та логіки уроку;
- емоційний імунітет — здатність підтримувати позитивний психологічний фон і запобігати афективним перенавантаженням;
- комунікативний імунітет — сталість довірливої та прозорої взаємодії між учителем і учнями;
- мотиваційний імунітет — підтримання пізнавальної активності учнів;
- організаційний імунітет — ефективність режимів роботи, тайм-менеджменту та ресурсного забезпечення.

Імунітет уроку є похідним результатом професійної діяльності вчителя і водночас — індикатором якості педагогічного проєктування. У моделі він фіксує рівень захищеності освітнього процесу від когнітивної турбулентності та емоційних ризиків.

Концептуальне уточнення. Імунітет уроку в межах моделі К-Н-синергії має подвійну природу:

(1) як результат проактивного педагогічного впливу, що формується в процесі проєктування та реалізації уроку;

(2) як контекстуально-структурна умова, що модифікує подальшу навігаційну та компетентнісну діяльність учителя в наступних ітераціях навчального циклу.

У другому значенні імунітет уроку виступає модулювальною змінною, яка визначає рівень стійкості й керованості освітнього процесу.

3. Синергія «компетентність–навігованість» як механізм перетворення педагогічного потенціалу на якість уроку.

Синергія «компетентність–навігованість» (К–Н) визначається як інтегральний механізм, що поєднує професійну готовність учителя (С) та його здатність орієнтувати, регулювати й маршрутизувати навчальний процес у реальному часі (N). У межах запропонованої моделі К–Н є не просто сумою характеристик, а emergent-ефектом, що виникає внаслідок їхньої взаємодії.

Функціонально синергія описується співвідношенням:

$$KN=g(C,N/I),$$

де g — функція синергії,

С — педагогічна компетентність.

N - Навігованість уроку — це інтегральна професійна здатність учителя керувати траєкторією навчального процесу в умовах динамічної невизначеності, що включає оперативну діагностику станів учнів, прийняття мікрорішень та адаптацію змісту, темпу і форм навчальної взаємодії в реальному часі.

Це чітко відрізняє навігованість від: планування, менеджменту класу, просто «досвіду».

I — імунітет уроку як контекстуальна умова, що модулює силу прояву синергії (модулює взаємодію С та N).

Така інтерпретація дає змогу уникнути хибного уявлення, ніби імунітет є частиною синергії. Імунітет — результат, який виникає завдяки взаємодії C та N, але водночас — модератор, що визначає стабільність цієї взаємодії.

Синергія К–Н виконує трансформаційну функцію: вона перетворює абстрактний педагогічний потенціал учителя на конкретну якість навчального процесу — темп, структуру, рівень складності, стиль взаємодії з учнями.

Саме синергія К–Н робить можливим формування імунітету уроку та реалізацію проактивного педагогічного впливу, виступаючи тим трансмісійним ланцюгом, що перетворює педагогічний потенціал на конкретну якість навчального середовища.

4. Тріада «проактивний педагогічний вплив — синергія К–Н — імунітет уроку» як динамічна система.

Запропонована тріада інтегрує три ключові елементи професійної діяльності вчителя: проактивний педагогічний вплив, синергію «компетентність–навігованість», імунітет уроку.

Взаємодія цих елементів формує динамічну систему зі зворотним зв'язком, у якій кожен компонент одночасно впливає на інші та зазнає їхнього впливу. Головною її властивістю є циклічна самопідтримуваність.

Імунітет уроку виступає показником стійкості навчального процесу до когнітивних, емоційних та організаційних збурень. Він виникає внаслідок проактивного педагогічного впливу, який можливий лише за умов високої синергії К–Н. Ефективний імунітет уроку знижує навчальну тривожність, запобігає когнітивному перевантаженню, стабілізує емоційний стан учнів.

Зміна цих параметрів фіксується як емпіричний ефект учнів (E_u), що відображає рівень їхньої мотивації, успішності та емоційного комфорту. У моделі цей ефект впливає на подальший розвиток учителя через функцію трансформації: $K_{t+1} = K_t + f(E_u)$.

Отриманий позитивний ефект спричиняє зростання педагогічної компетентності (C) та навігованості (N) — а отже, посилює синергію К–Н у наступних циклах.

Таким чином, тріада функціонує як динамічна самоорганізувальна система, у якій:

- сильна синергія К–Н → забезпечує точність педагогічних рішень;
- проактивний вплив → запобігає появі труднощів;
- імунітет уроку → стабілізує освітній процес;
- E_u → відображає реальний успіх учнів;
- $f(E_u)$ → забезпечує приріст професійної майстерності;
- оновлена синергія К–Н → запускає новий цикл із вищим рівнем ефективності.

Отже, тріада формує саморегульовану систему, здатну до поетапного нарощування педагогічної результативності й забезпечення стійкої високої якості навчального середовища.

Сучасний урок математики, особливо в умовах подолання наслідків кризи та психологічної відбудови, вимагає від учителя не просто трансляції знань, а високого рівня проактивного управління складністю. Традиційні, лінійні моделі педагогічної взаємодії, що розглядають процес за схемою «вчитель → учень → результат», виявляються недостатніми для пояснення динаміки когнітивного навантаження, емоційної тривожності та необхідності миттєвої педагогічної корекції. Виникає потреба в новій теоретичній конструкції, здатної описати вчителя як архітектора стійкого навчального середовища та розкрити механізми його професійної дії.

У відповідь на цю потребу в дослідженні пропонується багаторівнева концептуальна модель, ядрам якої виступає тріада ключових понять: проактивний педагогічний вплив, імунітет уроку та синергія «компетентність–навігованість» (К-Н). Нижче розкривається архітектура цієї моделі: її системоутворююче ядро (діагностично-проєктний блок), операційні контури взаємодії, а також механізми функціонування, що забезпечують перехід від потенціалу до результату. Детально аналізуються внутрішні зв'язки між поняттями, зокрема — як проактивний вплив учителя активізує формування імунітету уроку, а синергія К-Н забезпечує якісне управління навчальною взаємодією в реальному часі.

Модель має багаторівневу структуру, що інтегрує чотири взаємопов'язані виміри професійної діяльності: нормативно-ціннісний (відповідальність за психологічну безпеку), психолого-комунікативний (емпатія, регуляція тривоги), методичний (проєктування змісту та технологій) та організаційний (управління ресурсами і часом). Таке подання дозволяє розглядати підготовку майбутнього вчителя математики не як набур окремих компетенцій, а як цілісний процес формування системного мислення та здатності до проактивного педагогічного дизайну в умовах невизначеності.

1. Базові поняття :

1.1. Проактивний педагогічний вплив;

1.2. Імунітет уроку;

1.3. Синергія компетентність–навігованість (К-Н) .

2. Ядро компетентності: діагностично-проєктний блок. Центральним елементом компетентності визначено *діагностично-проєктний блок* — здатність учителя розпізнавати ознаки синергії К-Н або її руйнування, а також проєктувати урок так, щоб запобігати критичним когнітивним і емоційним точкам. Його структура - діагностика станів учнів, поточне когнітивне навантаження; рівень тривожності; швидкість втрати уваги; маркери навчальної дезорієнтації. Діагностика уроку чи зберігається логічна траєкторія; чи не перенасичена задача абстрактними переходами; чи доречні обрані репрезентації. Проєктування імунітету уроку вибір педагогічних інструментів захисту; передбачення моментів потенційної втрати розуміння; конструювання «подушок безпеки» змісту. Регуляція під час уроку мікрорухів: зміна темпу, пауза, місток, приклад нижчого рівня; корекція з огляду на поведінку учнів.

Журнал «Перспективи та інновації науки»
№ 12(58) 2025

3. Модель зворотного зв'язку: формула $K_{\{t+1\}}$ У моделі, яку ми заклали раніше, ключовим є зворотний вплив учнівських станів на професійну динаміку вчителя. Базове рівняння: $K_{t+1} = K_t + f(E_u)$, де K_t — рівень компетентності/К-Н-синергії вчителя у момент часу t, E_u — освітні ефекти на рівні учнів, $f(E_u)$ — функція трансформації учнівських ефектів у професійне зростання педагога.

3.1. Три типи функції f

1) Емоційна функція f. Сприйняття учителем позитивної динаміки учнів → зміцнення педагогічної віри у власну ефективність → зростання мотивації, ініціативності. $f_{\text{емоційна}} = \alpha \cdot E_{u\ \text{емоційний}}$, де α — коефіцієнт педагогічної самоефективності.

2) Когнітивна функція f. Учнівські результати → емпіричні дані → формування нових педагогічних гіпотез → професійне моделювання уроків нового покоління. $f_{\text{когнітивна}} = \beta \cdot E_{u\ \text{когнітивний}}$, де β — чутливість учителя до аналітичних даних.

3) Соціальна функція f. Ефективність учня → визнання колег, адміністрації, громади → розширення професійних ресурсів учителя → новий статус. $f_{\text{соціальна}} = \gamma \cdot E_{u\ \text{соціальний}}$, де γ — коефіцієнт соціальної резонансності.

3.2. Інтегрована функція. У підсумку: $f(E_u) = f_{\text{емоційна}} + f_{\text{когнітивна}} + f_{\text{соціальна}}$.

4. Формування імунітету уроку: механізми, закономірності, інструменти.

4.1. Закономірність зниження когнітивної турбулентності: когнітивне навантаження учнів має бути керованим: $CL_{\text{еф}} = CL_{\text{баз}} - P$, де P — педагогічний захист (пояснення, візуалізація, структуризація, демо-задачі). Чим більше проактивних інструментів — тим менше пікових станів.

4.2. Закономірність емоційної передбачуваності: емоційна стабільність уроку зростає із прогнозованістю кроків учителя: $EA = h(S, T, R)$, де S — сталість структури, T — тон і стиль комунікації, R — ритуали (початку, переходів, завершення).

4.3. Закономірність навігованості: навігованість уроку — це похідна від компетентності, гнучкості та педагогічного прогнозу: $N=\phi(C, F, D)$, де F — гнучкість, D — точність діагностики.

5. Практичні інструменти для забезпечення імунітету уроку.

- Когнітивний буфер: додатковий крок пояснення, проміжне завдання, схема.
- Емоційна розв'язка: вербалізація підтримки, нормалізація помилок.
- Навчальна пауза: 8–12 секунд на осмислення.
- Зміна модальності: від символів → до графіки → до фізичних або життєвих аналогій.
- Маршрутизація задач: три рівні складності, але одна концептуальна ідея.
- Попередні містки: те, що учні вже знають, як міст до нового поняття.
- Прогноз алгоритмічних перепадів: передбачення, де учень "загубиться" у розв'язанні.

- Протокол захисту від тривоги: інструкції, ритуали, проговорений план руху.

6. К-Н – синергія як самоорганізована система. Модель функціонує як самоорганізуючийся контур: Учитель → Учні → Ефекти → $f(E_u)$ → Новий стан учителя. Цикл триває, доки існує навчальна взаємодія.

7. Інтегральна формула моделі. Повна модель: $K_{t+1} = K_t + (\alpha E_{u\ \text{емоційний}} + \beta E_{u\ \text{когнітивний}} + \gamma E_{u\ \text{соціальний}}) + \delta I$, де δI — рівень імунітету уроку, який посилює стабільність системи. Коефіцієнти α, β, γ, δ у моделі не задаються апріорно, а розглядаються як змінні параметри, що відображають індивідуально-професійний профіль учителя та підлягають подальшій емпіричній верифікації.

8. Шкала К (система вимірювання).

0–1: фрагментарність: учитель діє лише реактивно; немає прогнозу.

1–2: базова структурованість - імунітет уроку локальний, неповний.

2–3: контрольована навігованість - учитель адаптує хід уроку в режимі реального часу.

3–4: стратегічна проактивність - педагогічний вплив здебільшого випереджувальний.

4–5: системна К-Н - синергія - урок саморегулюється; зворотний зв’язок учнів стабільно підсилює компетентність учителя.

Запропонована теоретико-концептуальна модель формує цілісне пояснення професійної дії вчителя математики у складних навчальних умовах. Її ключові елементи — проактивний педагогічний вплив, імунітет уроку та К-Н - синергія — є не лише теоретичними поняттями, але й операційними механізмами, які можуть бути безпосередньо трансформовані у професійну підготовку майбутніх учителів, у програми педагогічної практики, у методичні рекомендації.

Висновки. Проведене теоретико-методологічне дослідження дозволяє сформулювати низку ключових висновків щодо сутності та механізмів формування професійної компетентності майбутнього вчителя математики в умовах психолого-педагогічної відбудови освіти:

1. Визначено теоретико-концептуальну рамку, яка адекватно описує виклики сучасної математичної освіти в контексті підвищеної тривожності учнів та когнітивного навантаження. Запропонована модель переконливо доводить, що ефективна підготовка вчителя повинна виходити за межі предметно-методичної парадигми та інтегрувати психолого-педагогічні, діагностичні та проєктні аспекти.

2. Запропоновано та операціоналізовано авторську систему понять, що становить ядро нової парадигми педагогічної дії:

Проактивний педагогічний вплив як випереджувальний цикл «прогноз → проєктування → моніторинг → корекція».

Імунітет уроку як інтегрована властивість навчального середовища, що забезпечує стійкість до стресових факторів через п'ять компонентів (структурний, емоційний, комунікативний, мотиваційний, організаційний).

Синергія компетентність–навігованість (К-Н) як ключовий механізм, що забезпечує перехід теоретичної готовності вчителя до оперативних, адаптивних рішень у реальному часі уроку.

3. Обґрунтовано структуру професійної компетентності з виділням діагностично-проєктного блоку як її системоутворюючого ядра. Саме цей блок забезпечує здатність вчителя не реагувати на проблеми, а проактивно конструювати «імунітет» навчального процесу.

4. Розроблено динамічну модель професійного розвитку вчителя, формалізовану рівнянням $K_{\{t+1\}} = K_t + f(E_u)$. Ця модель демонструє, що компетентність є змінною величиною, яка зростає через замкнений цикл зворотного зв'язку, де емпіричні ефекти в учнів (E_u) трансформуються у приріст професійної майстерності через три канали: емоційний ($f_{емоційна}$), когнітивний ($f_{когнітивна}$) та соціальний ($f_{соціальна}$).

5. Теоретично доведено, що запропонована тріада «синергія К-Н → проактивний вплив → імунітет уроку» утворює самопідтримувану систему професійного зростання. Ця система не тільки описує бажану якість педагогічної дії, але й пропонує конкретні механізми (принципи, інструменти) для її досягнення, що є основою для розроблення нових освітніх програм.

Перспективи подальших досліджень. Результати даного теоретичного дослідження відкривають низку перспективних напрямів для подальшої наукової та прикладної роботи:

1. Емпірична верифікація та валідація моделі. Розробка і апробація діагностичного інструментарію для вимірювання рівня сформованості ключових понять (проактивності, імунітету уроку, синергії К-Н) за запропонованою шкалою К. Проведення педагогічного експерименту (лонгітюдного або формувального) з метою перевірки ефективності методичної системи, побудованої на основі моделі, у реальному освітньому процесі педагогічних ЗВО.

2. Розробка прикладних методичних продуктів. Створення авторського курсу/спецкурсу для майбутніх учителів математики «Проактивний педагогічний дизайн: формування імунітету уроку». Розробка практикуму з навігації уроком, що містить банк кейсів, відеоаналіз, тренінгові вправи для розвитку синергії К-Н. Упорядкування збірника педагогічних інструментів та технік для побудови імунітету уроку з конкретними прикладами для тем шкільного курсу математики.

3. Поглиблення теоретичних аспектів. Дослідження особливостей функції $f(E_u)$ та її коефіцієнтів (α, β, γ) у різних груп педагогів (студенти, новачки, досвідчені вчителі, педагоги з ознаками вигоряння). Це дозволить створити типологію траєкторій професійного розвитку. Вивчення впливу інституційного контексту (культури школи, системи підтримки) на ефективність проактивного впливу та формування імунітету уроку. Концептуалізація «цифрового імунітету уроку» — адаптація моделі до умов змішаного та дистанційного навчання з використанням штучного інтелекту та адаптивних платформ.

4. Масштабування та інтеграція. Адаптація запропонованої моделі для підготовки вчителів інших предметних галузей (філології, природничих наук), з урахуванням їх специфіки. Інтеграція принципів моделі в державні стандарти педагогічної освіти та програми підвищення кваліфікації вчителів-практиків як відповідь на виклики післявоєнного відновлення освіти.

Таким чином, дане дослідження не тільки формулює нову теоретичну модель, але й закладає програму для широкого кола подальших наукових пошуків та інноваційних педагогічних практик, спрямованих на створення психологічно безпечної та когнітивно ефективної освіти в Україні.

Література:

1. Chen, M.Y., Jamaludin, A., Tan A. Behavioural predictors of math anxiety. *Psychology, Mathematics, Education*, 2023.

2. Wang, Z., Shakeshaft, N., Schofield, K., Malanchini, M. Anxiety is not enough to drive me away: A latent profile analysis on math anxiety and math motivation. *PLoS ONE* 13(2). 2018 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192072

3. Mainali, B.R., Spalding, D. Math Anxiety, Math Performance and Role of Field Experience in Preservice Teachers. *Education Sciences*, 2025.

4. Міненко, О.О. Психологічні особливості прояву тривожності підлітків в умовах воєнного конфлікту. Психологія і соціальна робота у XXI столітті : зб. наук. матеріалів II Міжнарод. наук.-практ. форуму (20-22 листопада 2024 р., м. Полтава). Полтава, 2024. С. 355-358

5. Pavlenko, H., Zvierieva, A. Features of Adaptation and Overcoming Stress in Adolescents in the Conditions of Military Conflict. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Psychology*, 2024. (76), 28-32. https://doi.org/10.26565/2225-7756-2024-76-04

6. Gupta, U., & Zheng, R. Z. Cognitive Load in Solving Mathematics Problems: Validating the Role of Motivation and the Interaction Among Prior Knowledge, Worked Examples, and Task Difficulty. *European Journal of STEM Education,* 2020. 5(1), 05. https://doi.org/10.20897/ejsteme/9252

7. Gamit, A. Embracing Digital Technologies into Mathematics Education. *Journal of Curriculum and Teaching*, 2023, 12(1), p. 283 https://doi.org/10.5430/jct.v12n1p283

8. Wu, J., Jiang, H., Long, L. & Zhang, Xueying. Effects of AR mathematical picture books on primary school students' geometric thinking, cognitive load and flow experience. *Education and Information Technologies*, 2024. 29, p. 24627-24652. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12768-y

9. Toms, K., Williams, M., Mizuhara, M. Bounded confidence modeling predicts how group work affects student math anxiety. 2024. https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.06351

10. Таточенко, В.І., Гаран, І.О. Формування складової професійної компетентності майбутніх учителів математики для розвитку здатності школярів долати математичну тривожність і навчальні бар'єри. *Збірник наукових праць "Педагогічні науки".* № 111 (2025). С. 95-110 https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2025-111-14

11. Paas F., Renkl A., Sweller J. Cognitive load theory and instructional design. *Educational Psychology Review*. 2003. Vol. 15, No. 1. P. 1–20.

12. Sweller, J., Ayres, P., Kalyuga, S. Cognitive Load Theory. *New York : Springer*, 2019. 340 p.

13. Ляшенко, О. І. Методика навчання математики в умовах компетентнісного підходу: навч. посіб. *Київ : Літера ЛТД*, 2020. 288 с.

14. Акуленко, І.А. Компетентнісної орієнтована методична підготовка майбутнього вчителя математики профільної школи (теоретичний аспект): монографія. *Черкаси: Гордієнко*, 2020. 460 с.

15. Tatochenko, V.I. Formation of professional competence of future teachers of mathematics in the conditions of digitalization of higher education. *SWorldJourna*l. Issue №27. Part 3. P. 57-91 https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-27-00-045

16. Васильєва, М.П. Когнітивне навантаження в освітньому процесі: психолого-педагогічний аналіз. *Педагогічні науки*. 2021. № 78. С. 15–23.

17. Бойко, О.В. Психологічні чинники навчальної тривожності учнів основної школи. *Психологія і суспільство*. 2020. № 2. С. 64–73.

18. Биков, В.Ю. Інноваційні технології навчання в контексті компетентнісного підходу. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2010. № 5. С. 3–7.

19. Таточенко, В.І., Гаран, І.О. Формування інноваційного мислення майбутніх учителів математики. *Вісник науки та освіти (Серія «Філологія», Серія «Педагогіка», Серія «Соціологія», Серія «Культура і мистецтво», Серія «Історія та археологія»): журнал*. 2025. № 11(41) 2025. С. 3024-3054 https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-11(41)-3024-3054

References:

1. Chen, M.Y., Jamaludin, A., & Tan, A. (2023). Behavioural predictors of math anxiety. *Psychology, Mathematics, Education* [in English].

2. Wang, Z., Shakeshaft, N., Schofield, K., & Malanchini, M. (2018). Anxiety is not enough to drive me away: A latent profile analysis on math anxiety and math motivation. *PLoS ONE, 13*(2). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192072 [in English].

3. Mainali, B.R., & Spalding, D. (2025). Math Anxiety, Math Performance and Role of Field Experience in Preservice Teachers. *Education Sciences* [in English].

4. Minenko, O.O. (2024). Psykholohichni osoblyvosti proiavu tryvozhnosti pidlitkiv v umovakh voiennoho konfliktu [Psychological features of adolescent anxiety manifestation in the conditions of military conflict]. *Psykholohiia i sotsialna robota u XXI stolitti: zb. nauk. materialiv II Mizhnarod. nauk.-prakt. forumu (20-22 lystopada 2024 r., m. Poltava) – Psychology and social work in the XXI century: collection of scientific materials of the II International Scientific and Practical Forum (November 20-22, 2024, Poltava)* (pp. 355-358). Poltava [in Ukrainian].

5. Pavlenko, H., & Zvierieva, A. (2024). Features of Adaptation and Overcoming Stress in Adolescents in the Conditions of Military Conflict. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Psychology, 76*, 28-32. https://doi.org/10.26565/2225-7756-2024-76-04 [in English].

6. Gupta, U., & Zheng, R. Z. (2020). Cognitive Load in Solving Mathematics Problems: Validating the Role of Motivation and the Interaction Among Prior Knowledge, Worked Examples, and Task Difficulty. *European Journal of STEM Education, 5*(1), 05. https://doi.org/10.20897/ejsteme/9252 [in English].

7. Gamit, A. (2023). Embracing Digital Technologies into Mathematics Education. *Journal of Curriculum and Teaching, 12*(1), 283. https://doi.org/10.5430/jct.v12n1p283 [in English].

8. Wu, J., Jiang, H., Long, L., & Zhang, X. (2024). Effects of AR mathematical picture books on primary school students' geometric thinking, cognitive load and flow experience. *Education and Information Technologies, 29*, 24627-24652. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12768-y [in English].

9. Toms, K., Williams, M., & Mizuhara, M. (2024). Bounded confidence modeling predicts how group work affects student math anxiety. https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.06351 [in English].

10. Tatochenko, V.I., & Haran, I.O. (2025). Formuvannia skladovoi profesiinoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv matematyky dlia rozvytku zdatnosti shkoliariv dolaty matematychnu tryvozhnist i navchalni bariery [Formation of the component of professional competence of future mathematics teachers for the development of students' ability to overcome mathematical anxiety and learning barriers]. *Zbirnyk naukovykh prats "Pedahohichni nauky" – Collection of scientific papers "Pedagogical sciences", 111*, 95-110. https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2025-111-14 [in Ukrainian].

11. Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design. *Educational Psychology Review, 15*(1), 1–20 [in English].

12. Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2019). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer [in English].

13. Liashenko, O. I. (2020). *Metodyka navchannia matematyky v umovakh kompetentnisnoho pidkhodu: navch. posib. [Methods of teaching mathematics in the conditions of the competency-based approach: study guide]*. Kyiv: Litera LTD [in Ukrainian].

14. Akulenko, I.A. (2020). *Kompetentnisno oriientovana metodychna pidhotovka maibutnoho vchytelia matematyky profilnoi shkoly (teoretychnyi aspekt): monohrafiia [Competency-oriented methodological preparation of the future teacher of mathematics of the specialized school (theoretical aspect): monograph]*. Cherkasy: Hordiienko [in Ukrainian].

15. Tatochenko, V.I. (2024). Formation of professional competence of future teachers of mathematics in the conditions of digitalization of higher education. *SWorldJournal, 27*(3), 57-91. https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-27-00-045 [in Ukrainian].

16. Vasylieva, M.P. (2021). Kohnityvne navantazhennia v osvitnomu protsesi: psykholoho-pedahohichnyi analiz [Cognitive load in the educational process: psychological and pedagogical analysis]. *Pedahohichni nauky – Pedagogical sciences, 78*, 15–23 [in Ukrainian].

17. Boiko, O.V. (2020). Psykholohichni chynnyky navchalnoi tryvozhnosti uchniv osnovnoi shkoly [Psychological factors of learning anxiety of primary school students]. *Psykholohiia i suspilstvo – Psychology and Society, 2*, 64–73 [in Ukrainian].

18. Bykov, V.Yu. (2010). Innovatsiini tekhnolohii navchannia v konteksti kompetentnisnoho pidkhodu [Innovative teaching technologies in the context of the competency-based approach]. *Kompiuter u shkoli ta simi – Computer in school and family, 5*, 3–7 [in Ukrainian].

19. Tatochenko, V.I., & Haran, I.O. (2025). Formuvannia innovatsiinoho myslennia maibutnikh uchyteliv matematyky [Formation of innovative thinking of future mathematics teachers]. *Visnyk nauky ta osvity (Seriia «Filolohiia», Seriia «Pedahohika», Seriia «Sotsiolohiia», Seriia «Kultura i mystetstvo», Seriia «Istoriia ta arkheolohiia») – Herald of Science and Education (Series "Philology", Series "Pedagogy", Series "Sociology", Series "Culture and Art", Series "History and Archaeology"), 11*(41), 3024-3054. https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-11(41)-3024-3054 [in Ukrainian].