

Секція А6 Спеціальна освіта (за спеціалізаціями)	
УДК 376.33:004.9:159.944.4:51	
DOI	
Дата першого надходження статті до видання	22.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування	17.03.2026
Дата публікації/оприлюднення	30.03.2026

Цифрові інструменти для подолання математичної тривожності в учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху

Кравчук Ігор Геннадійович

аспірант кафедри психології, логопедії та інклюзивної освіти,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, Україна
e-mail: ihorgtf@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-0575-1291>

Кравчук Людмила Ігорівна,

асистент кафедри професійно-педагогічної, спеціальної освіти,
андрагогіки та управління, вчитель математики,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, Україна
Березівська спеціальна школа Житомирської обласної ради, с. Березівка, Україна,
e-mail: lu.krav.ih@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-7816-6776>

Анотація. У статті розглядається проблема математичної тривожності учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху та можливості її подолання засобами цифрових інструментів у контексті впровадження концепції Нової української школи. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування ролі цифрових технологій як засобу зниження математичної тривожності та підвищення ефективності навчання математики в умовах спеціальної освіти. Методологічну основу дослідження становлять теоретичний аналіз наукових джерел, порівняння та узагальнення сучасних підходів до використання цифрових технологій в освіті, а також систематизація даних щодо впливу інтерактивних засобів навчання на когнітивний та емоційний стан учнів. Особливу увагу приділено аналізу цифрових середовищ, гейміфікованих платформ та адаптивних навчальних систем. У результаті дослідження встановлено, що цифрові інструменти суттєво впливають на зниження рівня математичної тривожності через візуалізацію навчального матеріалу, індивідуалізацію темпу навчання та створення безпечного освітнього середовища. Доведено, що для учнів із порушенням слуху ключову роль відіграє візуальний компонент цифрових технологій, який компенсує обмеження вербального сприйняття та сприяє кращому розумінню абстрактних математичних понять. Також встановлено, що гейміфікація та інтерактивні освітні платформи змінюють емоційне ставлення учнів до навчальної діяльності, зменшуючи страх помилки та підвищуючи навчальну мотивацію. Наукова новизна полягає в теоретичному обґрунтуванні цифрових інструментів як комплексного засобу одночасного впливу на когнітивну, мотиваційну та емоційну сфери учнів із порушенням слуху в процесі навчання математики. Практичне значення дослідження передбачає можливість використання результатів для впровадження цифрових технологій у

спеціальній школі та інклюзивному навчанні з метою зниження математичної тривожності та підвищення якості засвоєння навчального матеріалу.

Ключові слова: електронні засоби навчання, діти з особливими освітніми потребами, гейміфікація, Нова українська школа, інклюзивне навчання, математика.

Digital tools for overcoming mathematics anxiety among 5th–6th grade students in special schools for children with hearing impairments

Kravchuk Ihor Hennadiiovych

PhD Student at the Department of Psychology, Speech Therapy and Inclusive Education,
Ivan Franko Zhytomyr State University, Zhytomyr, Ukraine

e-mail: ihorgtf@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-0575-1291>

Kravchuk Liudmyla Ihorivna

Assistant at the Department of Professional, Pedagogical and Special Education,
Andragogy and Management, Teacher at the Special School,

Ivan Franko Zhytomyr State University, Zhytomyr, Ukraine

Berezivka Special School of the Zhytomyr Regional Council, Berezivka, Ukraine

e-mail: lu.krav.ih@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-7816-6776>

Abstract. The article addresses mathematics anxiety among 5th–6th grade students in special schools for children with hearing impairments and explores the potential of digital tools to reduce this anxiety within the framework of the New Ukrainian School reform. The aim of the study is to provide a theoretical justification for using digital technologies to reduce mathematics anxiety and improve mathematics learning outcomes in special education settings. The research methodology is based on theoretical analysis of scientific sources, the comparison and synthesis of contemporary approaches to the use of digital technologies in education, and the systematization of data on the impact of interactive learning tools on students' cognitive and emotional states. Particular attention is given to digital environments, gamified platforms, and adaptive learning systems. The results of the study indicate that digital tools significantly reduce mathematics anxiety by enhancing the visualization of learning content, individualizing the learning pace, and creating a psychologically safe educational environment. It has been established that for students with hearing impairments, the visual component of digital technologies plays a crucial role by compensating for limitations in verbal perception and facilitating a better understanding of abstract mathematical concepts. It has also been shown that gamification and interactive platforms positively influence students' emotional attitude toward mathematics by reducing fear of making mistakes and increasing learning motivation. The scientific novelty lies in the theoretical substantiation of digital tools as an integrated means of simultaneously influencing cognitive, motivational, and emotional domains of students with hearing impairments in mathematics learning. The practical significance of the study is reflected in the possibility of applying its results in special and inclusive education settings to reduce mathematics anxiety and improve the quality of learning outcomes.

Keywords: electronic learning tools, children with special educational needs, gamification, New Ukrainian School, inclusive education, mathematics.

Вступ

Актуальність проблеми. Впровадження компетентнісного підходу в умовах реалізації Концепції «Нова українська школа» передбачає формування в учнів математичної компетентності, здатності застосовувати знання в практичних ситуаціях та позитивного ставлення до навчання. Водночас учні 5–6 класів спеціальних шкіл для дітей з порушенням слуху нерідко стикаються з труднощами в засвоєнні математичного матеріалу, що може супроводжуватися розвитком математичної тривожності – стійкого емоційного стану, який негативно впливає на навчальну мотивацію, успішність і впевненість у власних можливостях.

Проблема загострюється в умовах цифровізації освіти та необхідності забезпечення рівного доступу до якісного навчання для дітей з особливими освітніми потребами. Для учнів з порушенням слуху використання візуально орієнтованих цифрових ресурсів, інтерактивних вправ, гейміфікованих платформ і засобів миттєвого зворотного зв'язку може не лише підвищувати ефективність засвоєння математичних понять, а й сприяти зниженню рівня тривожності під час виконання навчальних завдань.

Незважаючи на зростання кількості досліджень, присвячених математичній тривожності та застосуванню цифрових технологій у навчанні, недостатньо вивченими залишаються питання використання цифрових інструментів саме в роботі з учнями 5–6 класів спеціальних шкіл для дітей з порушенням слуху. У науковій літературі бракує практичних рекомендацій щодо добору та адаптації таких засобів відповідно до особливостей сприймання інформації цією категорією здобувачів освіти.

З огляду на це актуальним є дослідження можливостей цифрових інструментів як засобу подолання математичної тривожності в учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху, що сприятиме підвищенню ефективності освітнього процесу та психологічного благополуччя учнів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема математичної тривожності останніми роками привертає значну увагу дослідників унаслідок її негативного впливу на навчальні досягнення, мотивацію та психологічне благополуччя учнів. Українські науковці Л. Михайленко, К. Комарова та Н. Таранюк [1] розглядають математичну тривожність як комплексне явище, що виникає під впливом індивідуальних, сімейних та шкільних чинників. Автори акцентують увагу на необхідності створення емоційно безпечного освітнього середовища та застосуванні інтерактивних методів навчання для її подолання. Подібної позиції дотримується Т. Таблер [2], яка підкреслює тісний взаємозв'язок між рівнем навчальної мотивації і проявами математичної тривожності, однак більше уваги приділяє саме мотиваційним механізмам зниження тривоги.

Зарубіжні дослідження демонструють більш широкий спектр чинників, що впливають на розвиток математичної тривожності. Зокрема, у метааналізі С. Кавіола (S. Caviola), Е. Тофаліні (E. Toffalini), Д. Джофре (D. Giofrè), Дж. Руїс (J. M. Ruiz), Д. Шюкс (D. Szűcs) та І. Мамарела (I. C. Mammarella) [3], який охопив понад 900 тисяч учасників, встановлено стійкий негативний зв'язок між математичною тривожністю й успішністю з математики незалежно від віку, статі чи соціально-економічного статусу. На відміну від українських дослідників, автори акцентують увагу на когнітивних механізмах цього феномену, зокрема на впливі тривожності на робочу пам'ять і виконавчі функції.

Окремий напрям сучасних досліджень пов'язаний з використанням цифрових технологій та штучного інтелекту в освіті. У систематичному огляді Т. Чію (T. K. Chiu), К. Кся (Q. Xia), Кс. Чжоу (X. Zhou), К. Чай (C. S. Chai) та М. Чжен (M. Cheng) [4] штучний інтелект розглядається як засіб персоналізації навчання, своєчасного виявлення освітніх труднощів і підтримки індивідуальних освітніх траєкторій. У дослідженні наголошено, що адаптивні цифрові системи здатні підвищувати залученість учнів до

навчання, проте питання їх впливу на емоційні стани, зокрема математичну тривожність, потребують подальшого вивчення.

Важливі аспекти інклюзивного навчання дітей з порушеннями слуху висвітлено також у роботі С. Сінгх (S. Singh) [5], де акцентовано, що успішна освітня інтеграція таких учнів залежить від комплексного поєднання педагогічної підтримки, адаптованих навчальних матеріалів і сучасних технологічних рішень. Автор підкреслює необхідність створення освітнього середовища, яке враховує комунікативні особливості дітей з порушеннями слуху та сприяє їх активній участі в освітньому процесі. Такий підхід дозволяє зменшити психологічні бар'єри в навчанні, підвищити рівень навчальної мотивації та сформувати позитивне ставлення до вивчення математики.

Подальший розвиток досліджень у цій галузі пов'язаний з вивченням когнітивних та емоційних компонентів математичної тривожності. Зокрема, у роботі А. Девін (A. Devine) та співавторів [6] встановлено, що труднощі в математичній діяльності та емоційні прояви математичної тривожності значною мірою є відносно незалежними феноменами.

Окремий акцент у сучасних зарубіжних дослідженнях зроблено на застосуванні педагогічних стратегій, спрямованих на підвищення самооцінки та зниження навчальної тривожності учнів з особливими освітніми потребами. У науковій розвідці К. Топін (K. Topping) [7] доведено ефективність використання стратегії взаємооцінювання з наданням зворотного зв'язку та подальшою корекцією навчальних результатів. Зазначено, що така педагогічна практика сприяє підвищенню самооцінки учнів та формуванню більш позитивного ставлення до навчання.

Важливим напрямом є також дослідження цифрових інструментів та їхнього потенціалу в інклюзивній освіті. У праці А. Аль-Мотріф (A. Al-Motrif) [8] розглянуто роль цифрових технологій у підвищенні якості навчання для учнів з особливими освітніми потребами й підкреслено, що цифрові засоби навчання забезпечують доступність навчального матеріалу, індивідуалізацію освітнього процесу і підвищення залученості учнів, що опосередковано сприяє зниженню рівня навчальної тривожності.

Подібні результати отримано й у дослідженні З. Ерсоглу (Z. Ersozlu) [9], де доведено, що використання сучасних технологій у початковій школі може бути ефективним інструментом зменшення математичної тривожності. Науковець зазначає, що інтерактивні цифрові середовища, адаптивні платформи та візуалізація навчального матеріалу сприяють формуванню більш позитивного емоційного ставлення до математики, знижуючи рівень стресу та підвищуючи впевненість учнів у власних математичних здібностях.

Дослідження українських учених також підтверджують зростання ролі цифрових інструментів у навчанні. Зокрема, О. Кривонос та О. Котенко [10] аналізують можливості цифрових технологій щодо підвищення якості освітнього процесу, акцентуючи увагу на інтерактивності та доступності навчальних ресурсів. Натомість Т. Вдовичин, О. Сікора, Т. Кобильник і Н. Винницька [11] розглядають проблему створення адаптивного цифрового освітнього середовища, яке враховує індивідуальні потреби учнів. Якщо перші автори зосереджуються переважно на загальнодидактичних аспектах цифровізації, то другі підкреслюють необхідність персоналізації цифрового контенту.

У контексті навчання математики перспективними визнаються цифрові інструменти, що забезпечують візуалізацію та дослідницьку діяльність учнів. Так, Д. Толок і В. Водолаженко [12] доводять ефективність використання програми GeoGebra для розвитку математичного мислення та формування позитивного ставлення до предмета. Водночас В. Ковальчук, Н. Винницька та О. Жигайло [13] наголошують на необхідності комплексного використання цифрових сервісів для розвитку як математичної, так й інформаційно-комунікаційної компетентностей учнів.

Особливого значення набувають дослідження, присвячені цифровізації спеціальної освіти. У цьому контексті І. Кравчук [14] обґрунтовує методичні засади використання цифрових технологій на уроках математики в спеціальних школах, акцентуючи увагу на необхідності адаптації цифрових ресурсів відповідно до освітніх потреб учнів. У подальших дослідженнях авторка [15] розглядає адаптивні технології навчання як засіб індивідуалізації освітнього процесу, що сприяє підвищенню навчальної успішності дітей з особливими освітніми потребами.

Подібні висновки представлено в роботах В. Гладуша, І. Кравчука та Л. Кравчук [16], які досліджують особливості цифровізації освітнього процесу дітей з порушеннями слуху і мовлення. Науковці підкреслюють важливість використання мультимедійних та візуально орієнтованих засобів навчання, здатних компенсувати труднощі сприймання усної інформації. Водночас В. Жук та С. Литовченко [17] звертають увагу на необхідність застосування спеціального обладнання для навчання дітей з порушеннями слуху, наголошуючи, що ефективність цифрових технологій значною мірою залежить від технічного забезпечення освітнього процесу.

У низці досліджень висвітлено використання цифрових інструментів у корекційно-розвитковій роботі. Зокрема, А. Цибулько [18] доводить доцільність застосування цифрових технологій у роботі з дітьми з порушеннями слуху для розвитку комунікативних навичок та підтримки навчальної діяльності. Схожої позиції дотримуються О. Мондич та І. Лисенко [19], які аналізують можливості дистанційної підтримки дітей з особливими освітніми потребами в умовах воєнного стану. Натомість К. Новік, В. Папіжук та Ю. Лісова [20] демонструють потенціал штучного інтелекту у виявленні та корекції фонетичних порушень, що свідчить про перспективність використання інтелектуальних цифрових систем у спеціальній освіті.

Виділення невирішеної частини проблеми. Попри значний науковий доробок щодо вивчення математичної тривожності, використання цифрових технологій у навчанні математики та цифровізації спеціальної освіти, нерозв'язаним залишається питання наукового обґрунтування і практичного впровадження цифрових інструментів, спрямованих на подолання математичної тривожності саме в учнів 5–6 класів спеціальних шкіл для дітей з порушенням слуху. Недостатньо дослідженими є критерії добору таких інструментів, особливості їх адаптації до комунікативних і когнітивних потреб учнів із порушеннями слуху, а також їхній потенціал у створенні психологічно безпечного освітнього середовища, що сприяє зниженню рівня тривожності під час вивчення математики.

Метою статті є обґрунтування та визначення ефективних цифрових інструментів для подолання математичної тривожності в учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що вперше здійснено комплексний аналіз та систематизацію цифрових інструментів для подолання математичної тривожності в учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушеннями слуху з огляду на їхні комунікативні й когнітивні особливості. Уточнено педагогічні умови ефективного застосування цих інструментів (багатоканальність подання інформації, поетапна візуалізація, зниження когнітивного навантаження та створення ситуації успіху) і конкретизовано механізм впливу цифрових засобів на зниження математичної тривожності через подолання комунікативних бар'єрів, підвищення доступності навчального матеріалу й формування позитивного емоційного ставлення до математики.

Практичне значення результатів дослідження передбачає можливість їх використання вчителями математики спеціальних шкіл, сурдопедагогами та асистентами вчителів для добору й упровадження цифрових інструментів, що сприятимуть зниженню рівня математичної тривожності та підвищенню ефективності

навчання учнів 5–6 класів із порушеннями слуху. Запропоновані рекомендації можуть бути використані під час розроблення навчально-методичного забезпечення та програм підвищення кваліфікації педагогічних працівників у сфері спеціальної освіти.

Методологія

Методи дослідження. У роботі використано комплекс теоретичних методів наукового пізнання. Для визначення сутності математичної тривожності, особливостей навчання учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху та ролі цифрових інструментів застосовано метод аналізу наукової літератури. Метод порівняння використано для зіставлення підходів українських та зарубіжних дослідників до проблеми математичної тривожності та цифровізації спеціальної освіти. На основі узагальнення сформовано висновки щодо ефективних напрямів використання цифрових засобів у подоланні математичної тривожності. Метод систематизації застосовано для групування цифрових інструментів відповідно до їх функціонального призначення в освітньому процесі.

Джерела даних. Інформаційну базу дослідження становлять наукові публікації українських та зарубіжних авторів за останні роки, присвячені проблемам математичної тривожності, цифровізації освіти та особливостям навчання дітей з порушеннями слуху, а також нормативно-методичні документи у сфері спеціальної освіти та інклюзивного навчання.

Інструменти аналізу. Оброблення та систематизація теоретичного матеріалу здійснювалися шляхом якісного контент-аналізу з використанням текстового редактора та таблиць Microsoft Excel для структурування й порівняння даних.

Обмеження дослідження. Результати дослідження мають теоретико-аналітичний характер і ґрунтуються на узагальненні наукових джерел, тому їх застосування вимагає подальшої емпіричної перевірки в умовах реального освітнього процесу спеціальних закладів освіти.

Результати

Математична тривожність є досить поширеним психологічним явищем серед школярів і проявляється як емоційне напруження, хвилювання або страх, що виникає під час виконання математичних завдань або взаємодії з математичним матеріалом. Такий стан негативно впливає на когнітивні процеси, ускладнює засвоєння навчального матеріалу, знижує навчальну мотивацію та може призводити до зменшення впевненості учня у власних можливостях.

У межах даного дослідження математична тривожність розглядається як набутий психологічний стан, формування якого зумовлюється взаємодією внутрішніх і зовнішніх чинників, що можуть як посилювати, так і зменшувати її прояви (табл. 1).

Таблиця 1

Чинники формування математичної тривожності у школярів

Група чинників	Чинник	Особливості впливу
Внутрішні (особистісні)	Самооцінка навчальних досягнень	Низька впевненість у власних математичних здібностях посилює очікування невдач
	Навчальна мотивація	Переважаючі зовнішні стимули над внутрішніми знижує стійкість до труднощів

	Попередній досвід навчання	Негативні результати або критика формують страх помилок у математиці
	Загальний рівень тривожності	Підвищена емоційна збудливість підсилює реакцію на складні завдання
	Особливості сприймання інформації (у дітей з порушенням слуху)	Ускладнене сприймання вербальних пояснень може підсилювати невпевненість
Зовнішні (освітнє середовище)	Стиль педагогічної взаємодії	Домінування авторитарного стилю підсилює страх помилок, а підтримувальний – знижує напруження
	Організація освітнього процесу	Швидкий темп і перевантаження завданнями можуть підвищувати тривожність
	Система оцінювання	Орієнтація лише на результат без підтримки процесу навчання посилює страх невдачі
	Психологічний клімат у класі	Відсутність підтримки та співпраці підсилює емоційне напруження
	Використання цифрових технологій	Непродумане застосування може спричинити перевантаження, а адаптовані інструменти – знижувати тривожність

Джерело: сформовано авторами на основі [1, с. 48; 2, с. 250–252]

Проведений аналіз дозволяє виділити дві основні групи чинників, що впливають на формування математичної тривожності у школярів: внутрішні (особистісні) та зовнішні (пов'язані з освітнім середовищем). До внутрішніх чинників належать психологічні характеристики учня, зокрема рівень самооцінки, мотиваційна спрямованість, попередній досвід навчальних невдач і загальна емоційна стабільність. У контексті навчання дітей з порушенням слуху додаткового значення набувають особливості сприймання навчальної інформації, оскільки труднощі в розумінні пояснень можуть посилювати невпевненість і тривожні реакції під час виконання математичних завдань.

Зовнішні чинники пов'язані з організацією освітнього процесу. Найбільш значущий вплив мають педагогічна взаємодія, характер оцінювання, психологічний клімат у класі й темп подання навчального матеріалу. Щодо учнів спеціальних шкіл важливим додатковим фактором виступає використання цифрових технологій: їх ефективність залежить від рівня адаптації до потреб учнів. Невідповідно підібрані цифрові інструменти можуть посилювати когнітивне навантаження, тоді як візуально орієнтовані та інтерактивні засоби сприяють зниженню емоційної напруги.

Математична тривожність проявляється через сукупність емоційних, когнітивних і фізіологічних реакцій, які виникають у ситуаціях виконання математичних завдань або оцінювання навчальних результатів. Вона охоплює як внутрішні переживання учня, так і зовнішні тілесні реакції, що впливають на ефективність навчальної діяльності (рис. 1).



Рис. 1. Структура проявів математичної тривожності

Джерело: сформовано авторами на основі [1, с. 47; 21, с. 292]

Структура математичної тривожності свідчить, що її прояви мають комплексний характер і охоплюють три взаємопов'язані рівні: емоційний, когнітивний та фізіологічний. Емоційний рівень характеризується виникненням страху, внутрішнього напруження та невпевненості під час виконання математичних завдань. Саме ці переживання часто є первинним тригером подальших негативних реакцій.

Когнітивний компонент проявляється в зниженні ефективності розумової діяльності. У стані тривожності ускладнюється робота робочої пам'яті, знижується здатність до утримання та оброблення інформації, що особливо критично під час розв'язування задач, які потребують поетапного мислення. Для учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху цей аспект є ще більше значущим, оскільки обмеженість доступу до усного пояснення може додатково підсилювати когнітивне навантаження.

Фізіологічні прояви (прискорене серцебиття, тремтіння, пітливість, дискомфорт у тілі) є зовнішнім відображенням внутрішнього стресу. У навчальній ситуації вони можуть знижувати здатність учня до концентрації та швидкого реагування на завдання, що негативно впливає на результативність навчання.

Важливо враховувати, що під час використання цифрових інструментів правильно підібрані візуальні та інтерактивні засоби можуть зменшувати прояви всіх трьох компонентів. Зокрема, зниження емоційного напруження можна досягти через елементи гри й візуалізації, які підтримують когнітивну діяльність завдяки структурованій подачі інформації та зменшують фізіологічний стрес шляхом створення більш передбачуваного й контрольованого навчального середовища. Для учнів із порушенням слуху цифрові інструменти виконують додаткову компенсаторну функцію: вони замінюють частину вербального пояснення візуальними моделями, що зменшує ризик виникнення тривожності, пов'язаної з нерозумінням навчального матеріалу.

Застосування цифрових інструментів у навчанні математики суттєво підвищує ефективність засвоєння навчального матеріалу, оскільки забезпечує більш наочне подання інформації, сприяє розвитку логічного мислення та формує вміння

використовувати математичні знання в практичних ситуаціях (табл. 2). Використання спеціалізованих цифрових засобів дозволяє учням краще розуміти абстрактні поняття та працювати з ними в динамічному інтерактивному середовищі.

Таблиця 2

Цифрові інструменти та їх дидактичні можливості

Група цифрових інструментів	Приклади інструментів	Освітнє призначення	Педагогічний ефект
Графічні математичні середовища	GeoGebra, Desmos	Побудова графіків, моделювання функцій, аналіз залежностей	Підсилення візуалізації, зменшення абстрактності матеріалу, зниження когнітивного навантаження
Системи покрокового розв'язання задач	Wolfram Alpha, Microsoft Math Solver	Демонстрація алгоритмів розв'язання рівнянь і задач	Формування розуміння логіки рішень, зменшення страху помилки
Освітні онлайн-платформи	Khan Academy, Coursera	Самостійне вивчення теми, повторення матеріалу	Індивідуалізація темпу навчання, зниження навчального стресу
Гейміфіковані платформи	Prodigy Math, Mathletics	Тренування навичок через ігрові завдання	Підвищення мотивації, зменшення емоційної напруги
Інтерактивні освітні середовища	Kahoot, Classcraft, Minecraft Education Edition	Закріплення знань через гру, командну взаємодію	Формування позитивного ставлення до математики, зниження страху оцінювання
Гейміфікаційні елементи (як підхід)	Бали, рівні, місії, нагороди	Стимулювання навчальної активності	Підвищення залученості, формування відчуття успіху

Джерело: сформовано авторами на основі [12 с. 151; 13, с. 19–20]

Отже, використання цифрових інструментів у навчанні математики учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху має не лише дидактичний, але й виразний психоемоційний ефект, пов'язаний з поступовим зниженням рівня математичної тривожності. Різні групи програмного забезпечення по-різному впливають на окремі компоненти цього явища – емоційний, когнітивний і поведінковий.

Графічні математичні середовища, як-от GeoGebra та Desmos, насамперед зменшують абстрактність математичного матеріалу, що є одним із ключових факторів виникнення тривожності в молодших підлітків. Завдяки можливості візуалізації функцій, геометричних об'єктів і залежностей учні отримують наочне підтвердження правильності власних дій, що формує відчуття контролю над навчальною ситуацією. Для дітей з порушенням слуху це має особливе значення, оскільки дозволяє компенсувати дефіцит усного пояснення, знижуючи ризик непорозуміння, що часто провокує тривожні реакції.

Системи покрокового розв'язання задач, зокрема Wolfram Alpha та Microsoft Math Solver, впливають на когнітивний компонент математичної тривожності. Їхня цінність

полягає в демонстрації алгоритму розв'язання у структурованій формі, що дозволяє учням бачити логіку кожного етапу. Це зменшує страх помилки, оскільки завдання перестає сприйматися як «невідоме» або «недосяжне». Учні отримують можливість співвідносити власні дії з еталонним розв'язанням, що формує відчуття впевненості та поступово знижує напруження під час виконання математичних завдань.

Освітні онлайн-платформи, як-от Khan Academy або Coursera, сприяють зниженню тривожності через індивідуалізацію темпу навчання. Учні можуть повертатися до складних тем необмежену кількість разів, що особливо важливо для дітей з порушенням слуху, які часто потребують повторного опрацювання матеріалу. Такий підхід зменшує ситуаційний стрес, пов'язаний з необхідністю «встигати за класом», і формує більш стабільне відчуття навчальної впевненості.

Окрему роль відіграє гейміфікація як педагогічний підхід, що передбачає використання ігрових механізмів в освітньому процесі, сприяючи підвищенню мотивації та активності учнів, а також формуючи позитивне ставлення до навчання та зниження емоційної напруги під час виконання завдань. Гейміфіковані платформи Prodigy Math і Mathletics трансформують процес розв'язання математичних завдань в ігрову діяльність, де помилка не сприймається як негативний результат, а як частина освітнього процесу. Це суттєво знижує страх оцінювання та соціального порівняння, що є одним із важливих чинників математичної тривожності в підлітковому віці. Своєю чергою інтерактивні середовища, зокрема Kahoot, Classcraft та Minecraft Education Edition, створюють умови групової взаємодії, в яких навчальна діяльність набуває характеру гри або спільного завдання. У таких умовах знижується психологічний тиск, пов'язаний з індивідуальним виконанням завдань перед класом. Для учнів із порушенням слуху це також зменшує комунікативні бар'єри, оскільки значна частина взаємодії відбувається через візуальні та структуровані сигнали.

Гейміфікаційні елементи як педагогічний підхід (бали, рівні, місії, нагороди) виконують функцію довготривалого підтримання навчальної мотивації. Вони формують в учнів відчуття поступового досягнення успіху, що є важливим антистресовим фактором. Регулярне отримання позитивного підкріплення зменшує рівень очікуваної невдачі та поступово знижує загальний рівень тривожності під час виконання математичних завдань.

У сукупності зазначені цифрові інструменти не лише полегшують засвоєння математичного матеріалу, а й формують нову якість навчального досвіду, в якому зменшується страх помилки, підвищується впевненість у власних діях та створюється більш безпечне емоційне середовище для учнів із порушенням слуху.

Таким чином, цифрові інструменти в навчанні математики виконують не лише навчальну, а й мотиваційно-психологічну функцію. Їх використання забезпечує більш доступне подання навчального матеріалу, сприяє розвитку самостійності учнів і формує позитивний емоційний фон навчання. Для учнів з порушенням слуху особливо важливими є візуалізація, інтерактивність і можливість індивідуального темпу роботи, що в комплексі сприяє зниженню математичної тривожності.

У контексті спеціальної освіти важливо враховувати, що цифрові інструменти не є універсальним засобом зниження математичної тривожності, а їх вплив визначається характером дидактичного дизайну та відповідністю психофізичним особливостям учнів. У сучасних дослідженнях [5; 6] підкреслено, що ефективність цифрових засобів у навчанні математики зростає за умови їх інтеграції в адаптивне освітнє середовище, де учень має можливість працювати у власному темпі, отримувати миттєвий зворотний зв'язок та повторно опрацювати складні елементи навчального матеріалу. Це особливо важливо для учнів 5–6 класів, у яких відбувається активний перехід від наочно-образного до абстрактного мислення.

Окремо необхідно зазначити, що зниження математичної тривожності відбувається не лише через технічні можливості цифрових платформ, а й через зміну характеру взаємодії учня з навчальним матеріалом. Інтерактивні середовища знижують страх помилки, оскільки дозволяють багаторазове виконання завдань без негативного оцінювання, що формує більш безпечний емоційний фон навчання.

Водночас треба враховувати, що цифровізація освітнього процесу може мати й зворотний ефект у разі перевантаження інтерфейсами, надмірної кількості стимулів або недостатньої педагогічної підтримки. У таких випадках у деяких учнів може зростати когнітивна напруга, що опосередковано підсилює прояви тривожності (табл. 3).

Таблиця 3

Переваги та обмеження цифрових інструментів у контексті математичної тривожності

Сфера впливу	Позитивний ефект	Обмеження / ризики
Емоційна сфера	Зменшення страху помилки через безпечне інтерактивне середовище	Надмірна ігровізація може знижувати серйозність сприйняття навчання
Когнітивна сфера	Полегшення розуміння через візуалізацію та поетапність подачі матеріалу	Ризик поверхневого засвоєння без формування глибоких математичних узагальнень
Пам'ять і увага	Підтримка концентрації через структуровані інтерфейси	Перевантаження елементами інтерфейсу може знижувати увагу
Навчальна мотивація	Підвищення інтересу завдяки гейміфікації та інтерактивності	Залежність від зовнішніх стимулів (нагород, балів)
Доступність навчання	Компенсація порушень слуху через візуальні й текстові формати	Невідповідна адаптація ресурсів ускладнює сприйняття
Саморегуляція	Формування навичок самостійної роботи через цифрові платформи	Недостатня підтримка може призводити до фрагментарного навчання

Джерело: узагальнено авторами

Отже, цифрові інструменти в умовах спеціальної школи для дітей з порушенням слуху виступають ефективним засобом зниження математичної тривожності лише за умови їх педагогічно обґрунтованого використання. Їхній потенціал реалізується через візуалізацію навчального матеріалу, індивідуалізацію темпу навчання та створення безпечного середовища для помилок. Водночас недостатньо продумана інтеграція цифрових технологій може не зменшувати, а навпаки – підсилювати когнітивне навантаження, що потребує ретельного методичного супроводу з боку педагога.

Обговорення

Інтерпретація результатів. Інтеграція інтерактивних цифрових технологій у спеціальну освіту функціонує як системне педагогічне рішення, ефективність якого визначається не використанням окремих цифрових інструментів, а їх включенням у цілісну структуру психолого-педагогічних підходів, що пояснюють закономірності засвоєння знань у цифровому освітньому середовищі. У процесі навчання математики учнів із порушенням слуху така інтеграція набуває особливої значущості, оскільки одночасно забезпечує компенсацію сенсорних обмежень, розвиток когнітивних процесів та зниження емоційного напруження, пов'язаного з виконанням навчальних завдань, зокрема математичної тривожності. У цьому контексті різні педагогічні моделі

навчання реалізуються через цифрові інструменти не ізольовано, а як взаємопов'язані механізми, кожен з яких спрямований на подолання окремих проявів математичної тривожності – когнітивних, мотиваційних або емоційних.

Конструктивістська модель організує навчальну діяльність як процес активної взаємодії учня з цифровим середовищем, в якому знання не подаються в готовому вигляді, а вибудовуються шляхом практичної діяльності. Умови цифрового навчання забезпечують багаторазове експериментування з математичними об'єктами, варіювання їхніх параметрів, візуальне відстеження результатів змін і самостійне виявлення закономірностей. Такий спосіб організації пізнавальної діяльності є особливо значущим для учнів із порушенням слуху, оскільки компенсує обмеження вербального пояснення та підсилює роль візуально-діяльнісного опрацювання інформації. Як наслідок, зменшується рівень невизначеності в процесі розв'язування завдань, що виступає одним із ключових чинників виникнення математичної тривожності.

Когнітивна теорія мультимедійного навчання знаходить своє відображення в способі подання навчального матеріалу, що ґрунтується на одночасному залученні візуальних і вербально-символічних каналів оброблення інформації. Використання інтерактивних моделей, анімацій, структурованих схем і наочних пояснень забезпечує оптимізацію когнітивного навантаження та підвищує ефективність перероблення математичної інформації. Для учнів із порушенням слуху, в яких провідним є візуальний канал сприйняття, така організація навчального матеріалу сприяє більш глибокому розумінню абстрактних математичних понять і знижує труднощі їх засвоєння, що прямо впливає на зменшення емоційного напруження в навчальній діяльності.

Реалізація принципів зони найближчого розвитку забезпечується через використання адаптивних цифрових платформ, які дозволяють регулювати складність завдань і темп їх виконання відповідно до індивідуальних можливостей учня. Поступове ускладнення навчального матеріалу в поєднанні з постійним супроводом створює умови для послідовного переходу від актуального до потенційного рівня розвитку без різких когнітивних розривів. Така організація освітнього процесу знижує ймовірність виникнення ситуацій неуспіху, які безпосередньо пов'язані з формуванням тривожних реакцій у процесі опанування математики.

Модель ігрового та проблемного навчання проявляється у структурі навчальних завдань, які набувають форми інтерактивних сценаріїв, задач і пізнавальних викликів. Подібна організація навчальної діяльності змінює її внутрішню логіку, зміщуючи акцент із зовнішнього оцінювання результату на процес виконання дій та пошук розв'язання. Це сприяє зниженню страху помилки та підсилює внутрішню мотивацію до навчання. Для учнів із порушенням слуху ігрові елементи додатково виконують функцію емоційної підтримки, оскільки зменшують психологічний тиск і сприяють формуванню більш стабільного позитивного ставлення до математичної діяльності.

Узагальнення зазначених положень дозволяє зробити висновок, що цифрові інтерактивні технології в умовах навчання математики учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху функціонують як інтегрована система педагогічних впливів. У межах такої системи різні дидактичні моделі через цифрові інструменти забезпечують комплексне подолання математичної тривожності, впливаючи одночасно на когнітивний, емоційний та мотиваційний компоненти навчальної діяльності. Це забезпечує не лише підвищення доступності математичного змісту, а й формування психологічно безпечного освітнього середовища, що є ключовою умовою ефективного навчання учнів із порушеннями слуху.

Порівняння з іншими дослідженнями. Отримані результати загалом узгоджуються із сучасними дослідженнями у сфері математичної освіти та освітньої психології, водночас уточнюючи роль цифрових технологій у зниженні математичної

тривожності. Так, у працях С. Кавіола (S. Caviola) та співавторів [3] підкреслюється стійкий негативний зв'язок між математичною тривожністю і навчальною успішністю, що пояснюється обмеженням когнітивних ресурсів, зокрема робочої пам'яті. Отримані в запропонованому дослідженні результати доповнюють ці положення, демонструючи можливість впливу на зазначений зв'язок через організацію цифрового навчального середовища, яке знижує когнітивне навантаження і структурує навчальні дії.

У цьому контексті важливими є також положення Т. К. Чіу (T. K. Chiu) і співавторів [4], де цифрові освітні системи розглядаються як інструмент персоналізації навчання й підвищення залученості учнів. Водночас емоційний компонент їх впливу розкрито недостатньо. Отримані результати конкретизують цей аспект, засвідчуючи, що адаптивні цифрові технології впливають не лише на індивідуалізацію навчання, а й на зниження рівня емоційного напруження, пов'язаного з математичною діяльністю.

У роботі Л. Михайленко, К. Комарової та Н. Таранюк [1] математична тривожність трактується як багатофакторне явище, що формується під впливом навчального середовища та індивідуальних особливостей учнів, із наголосом на необхідності створення емоційно безпечних умов навчання. Подібні акценти простежуються і в дослідженні Т. Таблер [2], де підкреслюється зв'язок між мотиваційною сферою та рівнем математичної тривожності. У межах отриманих результатів ці підходи набувають практичного виміру, оскільки цифрові технології розглядаються як засіб одночасного впливу на мотиваційні та організаційні умови навчання.

У дослідженні В. Жук та С. Литовченко [17] доведено ефективність цифрових технологій у навчанні математики дітей з порушеннями слуху через покращення засвоєння навчального матеріалу та формування впевненості у власних можливостях. Отримані результати доповнюють ці висновки, конкретизуючи, що підвищення впевненості учнів супроводжується зниженням рівня математичної тривожності як окремого психологічного феномену.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що цифрові інструменти в навчанні математики учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху вперше розглянуто не лише як дидактичний ресурс, а як комплексний засіб впливу на рівень математичної тривожності. У межах дослідження здійснено узагальнення механізмів такого впливу, серед яких ключову роль відіграють зниження когнітивного навантаження, підвищення структурованості освітнього процесу та створення умов безпечної взаємодії з навчальним матеріалом.

Уточнено уявлення про функціональну роль цифрових технологій у спеціальній освіті, де вони виступають одночасно навчальним, компенсаторним та психоемоційним інструментом. Особливу увагу приділено гейміфікації як чиннику, що змінює характер навчальної діяльності та зменшує страх помилки, що є одним із ключових компонентів математичної тривожності.

Подальшого розвитку набуло положення про значення візуалізації та інтерактивності в навчанні математики дітей з порушенням слуху, оскільки саме ці компоненти забезпечують доступність змісту та зменшують залежність здобувачів освіти від вербальних пояснень. Також уточнено роль адаптивного цифрового середовища як умов індивідуалізації навчання та стабілізації емоційного стану учнів з особливими освітніми проблемами.

Практичне значення результатів дослідження полягає в можливості їх використання у практиці викладання математики в спеціальних закладах освіти та інклюзивних класах. Запропоновані підходи можуть бути застосовані педагогами для обґрунтованого добору цифрових інструментів з огляду на психофізичні особливості учнів з порушенням слуху, а також для створення більш структурованого та передбачуваного навчального середовища.

Використання результатів дослідження дозволяє підвищити ефективність організації освітнього процесу шляхом поєднання візуальних, інтерактивних та ігрових форм роботи, що сприяє зниженню емоційної напруги та формуванню позитивного ставлення учнів до вивчення математики. Окремо треба підкреслити значущість отриманих положень для розвитку індивідуальних освітніх траєкторій, оскільки цифрові інструменти забезпечують можливість регулювання темпу та складності навчання відповідно до потреб конкретного учня.

Крім того, результати можуть бути використані в методичній роботі для підготовки рекомендацій щодо впровадження цифрових технологій у спеціальну освіту, зокрема в контексті профілактики математичної тривожності та підтримки емоційної стабільності учнів у процесі навчання.

Висновки

У процесі теоретичного аналізу встановлено, що математична тривожність в учнів 5–6 класів спеціальної школи для дітей з порушенням слуху формується під впливом поєднання когнітивних труднощів, емоційної напруги та недостатньої доступності вербальних пояснень, що підсилює відчуття невизначеності під час виконання математичних завдань. Найбільш вираженим тригером визначено абстрактність навчального матеріалу та страх помилки в умовах традиційного оцінювання.

Виявлено, що цифрові інструменти істотно змінюють характер сприйняття математичного матеріалу, забезпечуючи його візуалізацію, структурованість та інтерактивність. Це знижує когнітивне навантаження та формує більш передбачуване навчальне середовище, що безпосередньо впливає на зменшення рівня математичної тривожності.

Встановлено, що для учнів із порушенням слуху ключове значення має саме візуальний компонент цифрових технологій, оскільки він компенсує обмеженість аудіального каналу сприйняття та зменшує ризик нерозуміння навчального матеріалу. Це сприяє підвищенню впевненості учнів у власних діях під час розв'язування математичних завдань.

Доведено, що використання гейміфікації та інтерактивних платформ змінює емоційне ставлення учнів до навчальної діяльності, зменшуючи страх оцінювання та формуючи позитивний досвід виконання завдань. Особливо ефективним є створення ситуацій, в яких помилка не має карального характеру, а виступає частиною освітнього процесу.

Визначено, що впровадження цифрових інструментів у навчання математики в умовах НУШ є ефективним лише за умови педагогічно обґрунтованого добору та адаптації до психофізичних особливостей учнів. Надмірне або неконтрольоване використання цифрових ресурсів може, навпаки, підвищувати когнітивне навантаження та посилювати тривожність.

Перспективи подальших досліджень полягають в емпіричній перевірці ефективності окремих цифрових інструментів (зокрема GeoGebra, Kahoot та адаптивних платформ) у реальному освітньому процесі спеціальної школи, а також у розробленні кількісних показників вимірювання рівня математичної тривожності до та після їх впровадження.

Список використаних джерел

1. Михайленко Л., Комарова К., Таранюк Н. Математична тривожність учнів: причини, наслідки та шляхи подолання. *Дидактика математики: теорія, досвід, інновації*. 2024. № 2. С. 44-55. DOI: <https://doi.org/10.31652/3041-2277-2024-2-44-55>

2. Таблер Т. Мотивація до вивчення математики і математична тривожність учнів. *Вісник науки та освіти*. 2022. № 2(2). С. 247–257. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2\(2\)-247-257](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2(2)-247-257)
3. Caviola S., Toffalini E., Giofrè D., Ruiz J. M., Szűcs D., Mammarella I. C. Math performance and academic anxiety forms, from sociodemographic to cognitive aspects: a meta-analysis on 906,311 participants. *Educational Psychology*. 2021. Vol. 34. P. 363–399. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5>
4. Chiu T. K., Xia Q., Zhou X., Chai C. S., Cheng M. Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2023. Vol. 4. 100118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
5. Singh S. Revisiting Inclusion of children with hearing impairment: issues and possibilities. Disability inclusion and inclusive education / ed. S. Chennat. 2019. Vol. 8. P. 157–174. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-0524-9_8
6. Devine A., Hill F., Carey E., Szűcs D. Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*. 2018. Vol. 110, № 3. P. 431–444. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000222>
7. Topping K. Peer assessment: channels of operation. *Journal of Education Sciences*. 2021. Vol. 11, № 91. P. 1–20. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11030091>
8. Al-Motrif A. Enhancing learning experiences for students with learning disabilities through digital pedagogies: Insights from Saudi schools. *Interactive Learning Environments*. 2025. Vol. 33, № 5. P. 3635–3662. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2446539>
9. Ersozlu Z. The role of technology in reducing mathematics anxiety in primary school students. *Contemporary Educational Technology*. 2024. Vol. 16, № 3. Article ep517. DOI: <https://doi.org/10.30935/cedtech/14717>
10. Кривонос О., Котенко О. Використання цифрових технологій в освітньому процесі. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 1(15). С. 161–175. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-1\(15\)-161-175](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-1(15)-161-175)
11. Вдовичин Т., Сікора О., Кобильник Т., Винницька Н. Формування адаптивного цифрового середовища в закладах загальної середньої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2024. Т. 103, № 5. С. 55–77. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v103i5.5656>
12. Толок Д., Водолаженко В. Програма динамічної геометрії GeoGebra у вивченні математики в закладах загальної середньої освіти. *Інноваційні педагогічні технології в цифровій школі: тези доп. учасників IV Всеукр. (з міжнар. участю) наук.-практ. конф. молод. учених. (м. Харків, 11–12 травня 2022 р.)*. Харків. 2022. С. 150–152. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/9092> (дата звернення: 15.01.2026)
13. Ковальчук В., Винницька Н., Жигайло О. Використання цифрових інструментів, дієвих практик в процесі формування математичної та інформаційно-комунікаційної компетентностей учнів. *Молодь і ринок*. 2025. № 4 (236). С. 17–21. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2025.329000>
14. Кравчук І. Г. Методичні рекомендації щодо використання цифрових технологій на уроках математики в спеціальній школі. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 25. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18044375>
15. Кравчук І. Адаптивні технології навчання на уроках математики з використанням інформаційних технологій у спеціальних навчальних закладах. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Педагогіка* 2025. Т. 21, № 41. DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-21\(41\)-14](https://doi.org/10.33296/2707-0255-21(41)-14)

16. Гладуш В., Кравчук І., Кравчук Л. Цифровізація навчального процесу дітей з порушеннями слуху і мовлення. *Актуальні питання корекційної освіти (педагогічні науки)*. 2025. № 25. С. 81–108. DOI: <https://doi.org/10.32626/2413-2578.2025-25.81-108>.
17. Жук В., Литовченко С. Спеціальне обладнання для навчання дітей з порушеннями слуху. *Особлива дитина навчання і виховання*. 2025. Т. 119, № 3. С. 40–61. DOI: <https://doi.org/10.33189/ectu.v119i3.265>.
18. Цибулько А. О. Використання цифрових технологій у логопедичній роботі з дітьми з порушеннями слуху. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. № 216. С. 293–299. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-216-293-299>.
19. Мондич О., Лисенко І. Цифрові інструменти у логопедичній роботі з дітьми з ООП в умовах воєнного стану: можливості дистанційної підтримки та педагогічного патронажу. *Проблеми освіти*. 2025. № 2 (103). С. 238–251. DOI: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-103.2025.15>.
20. Новік К., Папіжук В., Лісова Ю. Використання штучного інтелекту для виявлення та корекції фонетичних помилок у здобувачів освіти: теоретичний аналіз та практичні рекомендації. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2024. № 2. С. 210–216. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/77-2-30>
21. Лукомська С. О. Особливості математичної тривожності сучасних школярів. *Особистість у кризових умовах та критичних ситуаціях життя: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Суми, 28 лютого – 1 березня 2019 р.)*. Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка. 2019. С. 291–293. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/715384/1/tezy%2BLukomska.pdf> (дата звернення: 15.01.2026)

References

1. Mykhailenko, L., Komarova, K., & Taranyuk, N. (2024). Matematychna tryvozhnist uchniv: prychny, naslidky ta shliakhy podolannia [Mathematical anxiety of students: causes, consequences and ways of overcoming]. *Dydaktyka matematyky: teoriia, dosvid, innovatsii*, 2, 44–55. <https://doi.org/10.31652/3041-2277-2024-2-44-55> [in Ukrainian]
2. Tabler, T. (2022). Motyvatsiia do vyvchennia matematyky i matematychna tryvozhnist uchniv [Motivation for learning mathematics and students' mathematical anxiety]. *Visnyk nauky ta osvity*, 2(2), 247–257. [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2\(2\)-247-257](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2(2)-247-257) [in Ukrainian]
3. Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Ruiz, J. M., Szűcs, D., & Mammarella, I. C. (2021). Math performance and academic anxiety forms, from sociodemographic to cognitive aspects: A meta-analysis on 906,311 participants. *Educational Psychology*, 34, 363–399. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5>
4. Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
5. Singh, S. (2019). Revisiting inclusion of children with hearing impairment: Issues and possibilities. In S. Chennat (Ed.), *Disability Inclusion and Inclusive Education* (Vol. 8, pp. 157–174). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0524-9_8
6. Devine, A., Hill, F., Carey, E., & Szűcs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 431–444. <https://doi.org/10.1037/edu0000222>
7. Topping, K. (2021). Peer assessment: channels of operation. *Journal of Education Sciences*, 11(91), 1–20. <https://doi.org/10.3390/educsci11030091>

8. Al-Motrif, A. (2025). Enhancing learning experiences for students with learning disabilities through digital pedagogies: Insights from Saudi schools. *Interactive Learning Environments*, 33(5), 3635–3662. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2446539>
9. Ersozlu, Z. (2024). The role of technology in reducing mathematics anxiety in primary school students. *Contemporary Educational Technology*, 16(3), ep517. <https://doi.org/10.30935/cedtech/14717>
10. Kryvonos, O., & Kotenko, O. (2023). Vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii v osvithomu protsesi [Use of digital technologies in the educational process]. *Nauka i tekhnika sohodni*, (1(15)), 161–175. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-1\(15\)-161-175](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-1(15)-161-175) [in Ukrainian]
11. Vdovychyn, T., Sikora, O., Kobylnyk, T., & Vynnytska, N. (2024). Formuvannia adaptivnoho tsyfrovoho seredovyscha v zakladakh zahalnoi serednoi osvity [Formation of an adaptive digital environment in general secondary education institutions]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 103(5), 55–77. <https://doi.org/10.33407/itlt.v103i5.5656>
12. Tolok, D., & Vodolazhenko, V. (2022). Prohrama dynamichnoi heometrii GeoGebra u vyvchenni matematyky v zakladakh zahalnoi serednoi osvity [GeoGebra dynamic geometry program in mathematics teaching]. In *Innovatsiini pedahohichni tekhnolohii v tsyfrovii shkoli*, (pp. 150–152). (pp. 150–152). Kharkiv National Pedagogical University. Retrieved from <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/9092> [in Ukrainian]
13. Kovalchuk, V., Vynnytska, N., & Zhyhailo, O. (2025). Vykorystannia tsyfrovyykh instrumentiv, diievykh praktyk v protsesi formuvannia matematychnoi ta informatsiino-komunikatsiinoi kompetentnosti uchniv [Use of digital tools, effective practices in the process of forming mathematical and information and communication competences of students]. *Molod i rynek*, (4(236)), 17–21. <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2025.329000> [in Ukrainian]
14. Kravchuk, I. H. (2025). Metodychni rekomendatsii shchodo vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii na urokakh matematyky v spetsialnii shkoli [Methodological recommendations for using digital technologies in mathematics lessons in special schools]. *Pedahohichna Akademiia: naukovi zapysky*, (25). <https://doi.org/10.5281/zenodo.18044375> [in Ukrainian]
15. Kravchuk, I. (2025). Adaptivni tekhnolohii navchannia na urokakh matematyky z vykorystanniam informatsiinykh tekhnolohii u spetsialnykh navchalnykh zakladakh [Adaptive teaching technologies in mathematics classes using information technologies in special educational institutions]. *Adaptivne upravlinnia: teoriia i praktyka. Serii Pedahohika*, 21(41). [https://doi.org/10.33296/2707-0255-21\(41\)-14](https://doi.org/10.33296/2707-0255-21(41)-14) [in Ukrainian]
16. Hladush, V., Kravchuk, I., & Kravchuk, L. (2025). Tsyfrovizatsiia navchalnoho protsesu ditei z porushenniamy slukhu i movlennia [Digitalization of the educational process of children with hearing and speech impairments]. *Aktualni pytannia korektsiinoi osvity*, (25), 81–108. <https://doi.org/10.32626/2413-2578.2025-25.81-108> [in Ukrainian]
17. Zhuk, V., & Lytovchynko, S. (2025). Spetsialne obladnannia dlia navchannia ditei z porushenniamy slukhu [Special equipment for teaching children with hearing impairments]. *Osoblyva dytyna: navchannia i vykhovannia*, 119(3), 40–61. <https://doi.org/10.33189/ectu.v119i3.265> [in Ukrainian]
18. Tsybulko, A. O. (2024). Vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii u lohopedychnii roboti z ditmy z porushenniamy slukhu [Use of digital technologies in speech therapy work with children with hearing impairments]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky*, (216), 293–299. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-216-293-299> [in Ukrainian]
19. Mondych, O., & Lysenko, I. (2025). Tsyfrovi instrumenty u lohopedychnii roboti z ditmy z OOP v umovakh voiennoho stanu: mozhlyvosti dystantsiinoi pidtrymky ta pedahohichnoho patronazhu [Digital tools in speech therapy work with children with special educational needs under martial law: opportunities for distance support and pedagogical guidance]. *Problemy osvity*, (2(103)), 238–251. <https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-103.2025.15> [in Ukrainian]

20. Novik, K., Papizhuk, V., & Lisova, Yu. (2024). Vykorystannia shtuchoho intelektu dlia vyivlennia ta koreksii fonetychnykh pomylok u zdobuvachiv osvity: teoretychnyi analiz ta praktychni rekomendatsii [The use of artificial intelligence in identifying and correcting phonetic errors in students: theoretical analysis and practical recommendations]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*, (2), 210–216. <https://doi.org/10.24919/2308-4863/77-2-30> [in Ukrainian]

21. Lukomska, S. O. (2019). Osoblyvosti matematychnoi tryvozhnosti suchasnykh shkoliariv [Features of mathematical anxiety of modern schoolchildren]. In *Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*, (pp. 291–293). Retrieved from <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/715384/1/tezy%2BLukomska.pdf> [in Ukrainian]