

УДК: 373.5.015.3:51

DOI: 10.31652/3041-2277-2024-2-44-55

Математична тривожність учнів: причини, наслідки та шляхи подолання

Любов Михайленко¹, Каріна Комарова², Надія Таранюк³

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця, Україна.

¹ E-mail: mikhailenkolf@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5051-5561

^{2,3} E-mail: karinakomarova2351@gmail.com; nadiykataranyk@gmail.com

Анотація

У цій статті ми пояснюємо важливість та необхідність подолання математичної тривожності учнів; виявили основні причини виникнення та вплив математичної тривожності на успішність учнів з математики. Математична тривожність учнів не є вродженою, може проявлятися на емоційному, когнітивному та фізіологічному рівнях і призводить до таких результатів, як зниження: мотивації до навчання; швидкості читання; успішності; обсягу робочої пам'яті під час виконання математичних завдань, що призводить до забування математичного змісту і помилок в обчисленнях. Також наявність ознак математичної тривожності впливає на вибір професії учнем, зокрема, уникнення професій у галузі науки, технології та інженерії. Метою роботи є аналіз, узагальнення та систематизація теоретичних досліджень щодо математичної тривожності та описаного досвіду подолання математичної тривожності учнів. В рамках нашого дослідження було опитано 457 учнів з Київської, Вінницької та Івано-Франківської областей, серед яких більше третини учнів мають ознаки тестової тривожності. На основі досліджень української науково-педагогічної спільноти ми створили Практичний набір інструментів для вчителя математики «Успішні уроки без стресу». Проектуючи свій урок, вчитель математики для кожного етапу уроку, залежно від визначених завдань, може швидко підібрати методи та прийоми, що можуть допомогти подолати ознаки математичної тривожності в учнів. Для подолання математичної тривожності і як наслідок для підвищення успішності учнів з математики, важливо: сприяти розвитку в учнів позитивного ставлення до математики, підтримувати в них відчуття впевненості; практикувати інтерактивні методи навчання для збудження інтересу та зняття тривожності, для співпраці та комунікації; впроваджувати диференційоване та особистісно зорієнтоване навчання через відбір завдань, прийомів що відповідають індивідуальним потребам учнів.

Ключові слова: математична тривожність; навчання учнів математики; успішність учнів.

UDC: 373.5.015.3:51

DOI: 10.31652/3041-2277-2024-2-44-55

Mathematical anxiety in students: causes, consequences, and ways to overcome it

Lyubov Mykhailenko¹, Karina Komarova², Nadiya Taranyuk³

Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnitsia, Ukraine.

¹ E-mail: mikhailenkolf@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5051-5561

^{2,3} E-mail: karinakomarova2351@gmail.com; nadiykataranyk@gmail.com

Abstract

This article explains the importance and necessity of overcoming students' mathematical anxiety, identifying its main causes, and analyzing its impact on students' mathematical performance. Mathematical anxiety in students is not innate; it can manifest on emotional, cognitive, and physiological levels, leading to decreased motivation to learn, reduced reading speed, lower academic performance, and diminished working memory capacity during mathematical tasks, which can result in forgetting mathematical content and making calculation errors. Additionally, the presence of mathematical anxiety symptoms influences students' career choices, leading them to avoid professions in science, technology, and engineering fields. The aim of this study is to analyze, summarize, and systematize theoretical research on mathematical anxiety and describe experiences in overcoming it. Our research involved surveying 457 students from Kyiv, Vinnitsia, and Ivano-Frankivsk regions, revealing that more than one-third of the students exhibit signs of test anxiety. Based on research from the Ukrainian scientific and pedagogical community, we have developed a practical toolkit for mathematics teachers titled "Successful Lessons Without Stress." When designing their lessons, mathematics teachers can quickly select methods and techniques for each stage of the lesson, depending on the identified tasks, that can help mitigate signs of mathematical anxiety in students. To overcome mathematical anxiety and consequently improve students' mathematical performance, it is important to foster positive attitudes towards mathematics, support students' confidence, practice interactive teaching methods to stimulate interest and reduce anxiety, encourage collaboration and communication, and implement differentiated and student-centered learning by selecting tasks and techniques that meet individual student needs.

Keywords: mathematical anxiety; students' mathematics learning; academic performance.

Постановка проблеми. Математична тривожність є поширеним явищем серед учнів різного віку та рівня підготовки. Математичну тривожність визначають як почуття напруження, тривоги або страху, яке виникає в результаті зіткнення з математичними задачами чи ситуаціями, пов'язаними з вивченням або застосуванням математики. Такий емоційний стан, не тільки погіршує здатність учня до сприйняття математичної інформації, але й може значно знизити його мотивацію до навчання, впливаючи на академічні досягнення та самооцінку. Освітні дослідження свідчать про те, що математична тривожність учнів не є вродженою. Тому питання подолання математичної тривожності учнів вимагає уваги як педагогів, так і дослідників, для переосмислення акцентів у навчанні учнів математики, для формування системи методів, прийомів і засобів, що можуть впливати на подолання математичної тривожності школярів.

Аналіз джерел та останніх досліджень. У сучасних дослідженнях, вітчизняні та закордонні науковці описують та визначають феномен «математична тривожність» (Kohn et al., 2013; Finlayson, 2014; Suárez-Pellicioni et al., 2016; Luttenberger et al., 2018; Лукомська, 2019;), досліджують зв'язок між математичною тривогою та математичними досягненнями учнів (Sperling et al., 2017), розробляють інструменти для вимірювання рівня математичної тривожності (Chiu & Henry, 1990; Нопко et al., 2003; Kohn et al., 2013; Полінські & Кучінка, 2023), з'ясовують фактори, що можуть спричинити математичну тривожність в учнів (Luttenberger et al., 2018; Suárez-Pellicioni et al., 2016), вивчають характеристики учнів, схильних до математичної тривоги, а також розробляють рекомендації для вчителів як подолати математичну тривожність учнів (Finlayson, 2014; Luttenberger et al., 2018; Hogbin, 2021; Таблер, 2022).

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Психологічне здоров'я є основою для нормального функціонування та розкриття потенціалу будь-якої людини. Зрозуміло, що війна має значний негативний вплив на емоційний стан школярів. У звіті PISA-22 доводиться, що психологічний і соціальний добробут учнів є надзвичайно важливим чинником, що впливає, зокрема, і на їхню академічну успішність. Проте, у національному звіті за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022, важко прослідкувати взаємозв'язок між математичною тривогою та успішністю в школі. Завданням нашого дослідження стало вивчення питання наявності математичної тривожності в українських учнів та виокремлення технологій попередження та подолання математичної тривожності у школярів.

Метою статті є аналіз, узагальнення та систематизація теоретичних досліджень щодо математичної тривожності та описаного досвіду подолання математичної тривожності учнів.

Виклад основного матеріалу. На основі ґрунтовного аналізу досліджень вітчизняних та закордонних науковців у галузі методики навчання математики, інформацію про математичну тривожність можна представити у вигляді систематизуючої таблиці (табл.1).

Таблиця 1. Математична тривожність учнів (розроблено авторами)

Форми академічної тривожності		Типи математичних завдань	
математична тривожність		занепокоєння, що виникає під час виконання: математичних операцій і маніпулювання з математичними об'єктами; домашнього завдання з математики; математичних завдань в повсякденному житті	
тестова тривожність		занепокоєння, що виникає під час виконання: контрольних робіт; екзаменаційних робіт	
Ознаки математичної тривожності	Причини математичної тривожності	Наслідки математичної тривожності	
Емоційні: почуття страху, напруги, нервозності та занепокоєння	Особистісні характеристики: самоефективність, самооцінка, мотивація, навички регулювання, гендер, вік; відсутність впевненості в собі; страх невдачі	Зниження мотивації до навчання; зниження швидкості читання; учні з високим рівнем математичної тривожності вважають себе менш здібними до математики та очікують поганих результатів на іспитах.	
Когнітивні: порушення функціонування робочої пам'яті	Когнітивні особливості: математичні здібності, рівень математичних знань, відсутність знань з математики	Зниження обсягу робочої пам'яті під час виконання математичних завдань, що призводить до забування математичного змісту; помилки в обчисленнях	
Фізіологічні: прискорене серцебиття, липкі руки, розлад шлунку, запаморочення	Оточуюче середовище: освітній контекст, однолітки, вчителі, батьки;	зниження успішності; вплив на вибір професії, зокрема, уникнення професій у галузі науки, технології та інженерії.	
Запобігання та подолання математичної тривожності			
навчальний заклад	вчителі	батьки	
запровадження курсів, де учні вивчають методи подолання бар'єрів у вивченні математики та справляються зі страхом перед предметом; створення можливості скласти тести кілька разів;	посилення інтересу та мотивації до вивчення математики; наголошення на тому, що помилки також є частиною успішного навчання;	підтримка позитивного ставлення учнів до математики, створення в них відчуття впевненості; реалістичні очікування щодо успіху своїх дітей з математики;	

запровадження курсів, де учні можуть подолати освітні втрати з математики.	мотивація учнів, через почуття власної ефективності, через точні оцінки успішності учнів і ефективний зворотній зв'язок; впровадження інтерактивних методів навчання для збудження інтересу та зняття тривожності, для співпраці та комунікації; практика диференційованого та особистісно зорієнтованого навчання через відбір завдань, прийомів що відповідають індивідуальним потребам учнів.	демонстрація використання математики в позитивних цілях, наприклад у спорті, хобі, ремонті будинку тощо.
--	--	--

Для глибшого розуміння проблеми математичної тривожності серед українських школярів та розробці заходів для її подолання ми провели опитування 457 учнів (рис.1) Київської, Вінницької та Івано-Франківської областей включаючи як міські, так і сільські школи.

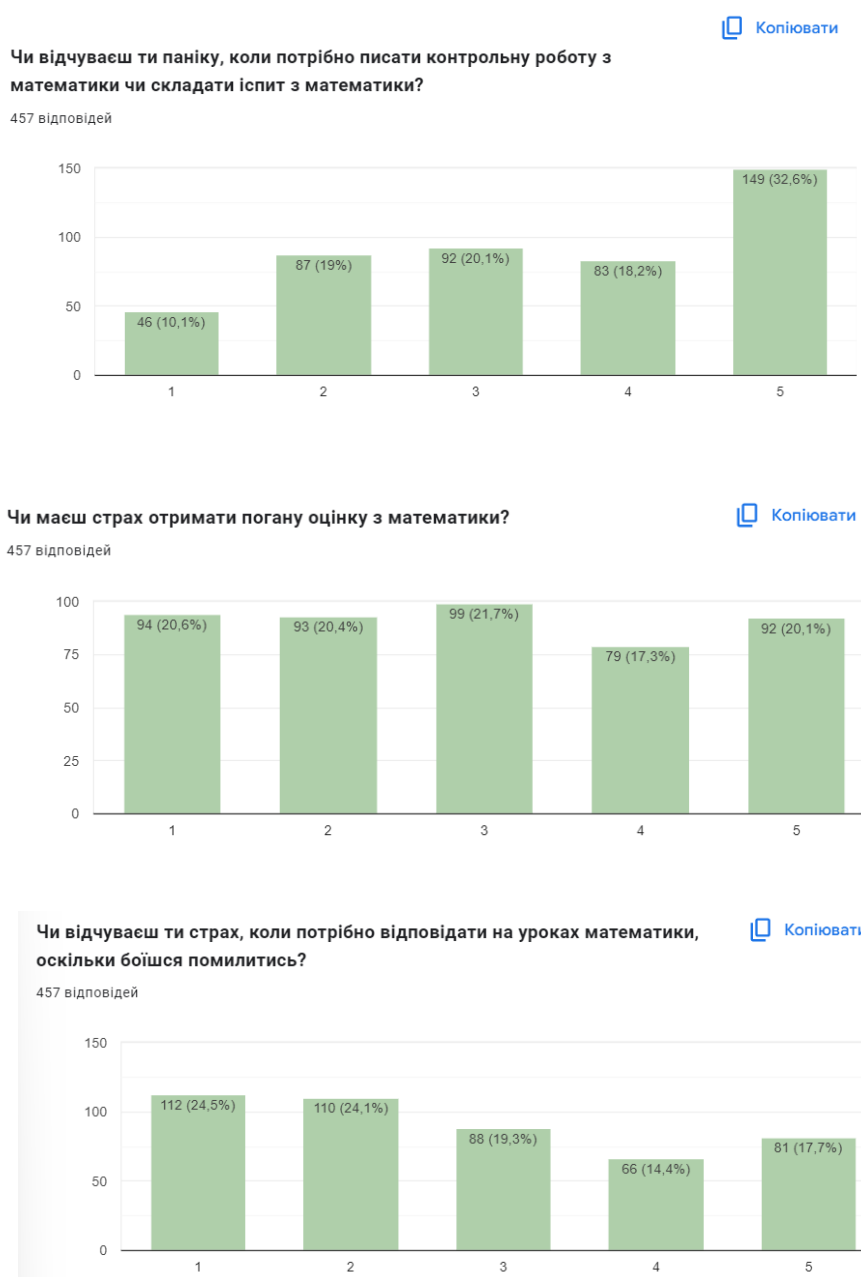


Рис. 1. Розподіл опитаних школярів

Найпоширенішими опитувальниками щодо математичної тривожності є Шкала оцінки математичної тривожності (MARS) та її скорочена версія (AMAS). Обидва опитувальники розрізняють різні аспекти математичної тривожності залежно від типу ситуації: тривога перед іспитом, тривога перед вивченням курсу математики, тривога при виконанні математичних обчислень, тривога щодо застосування математики в повсякденному житті та страх перед учителями математики. Однак, вони розроблені для студентів. На основі вказаних опитувальників ми створили власний. Опитування складалось із 20 запитань, за якими учням потрібно було оцінити свою відповідь за шкалою від 1 до 5, де: 1 – ніколи не відчуваю; 2 – рідко відчуваю; 3 – іноді відчуваю; 4 – часто відчуваю; 5 – завжди відчуваю.

Опитувальник поширювали у січні-лютому 2024 року у соцмережах за посиланням: <https://forms.gle/orcMzSQ51LjM5Hdq5>.

Значна частина опитаних учнів (50%) часто або завжди відчувають паніку, коли потрібно писати контрольну роботу з математики чи скласти іспит з математики; (37%) часто або завжди мають страх отримати погану оцінку з математики. Дещо менша кількість (32%) школярів повідомили, що відчувають страх, коли потрібно відповідати на уроках математики, оскільки бояться помилитись та (30%) відчувають страх коли потрібно розв'язати математичну задачу. Представлені дані свідчать, що більше третини учнів мають ознаки тестової тривожності (рис 3).



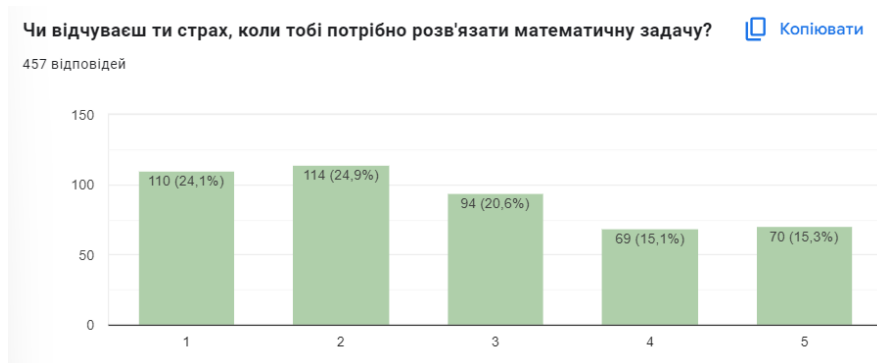
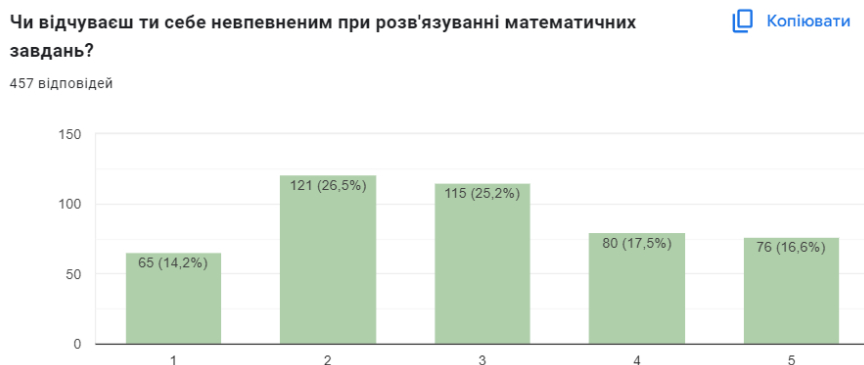


Рис. 2. Результати опитування учнів: ознаки тестової тривожності

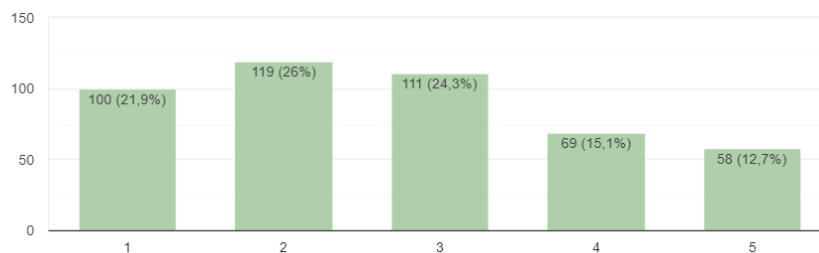
Спостерігаються також когнітивні ознаки математичної тривожності у опитаних учнів. Зокрема: часто або завжди школярі (34%) відчувають себе невпевненим при розв'язуванні математичних завдань; (34%) бояться зробити помилку при розв'язуванні математичної задачі; (27%) мають негативні відчуття при розв'язуванні математичних задач; (29%) бояться громіздких математичних розрахунків; (26%) відчувають страх коли потрібно розв'язати задачу з геометрії (рис.3).



Як часто розв'язування математичних задач викликає у тебе негативні відчуття?

457 відповідей

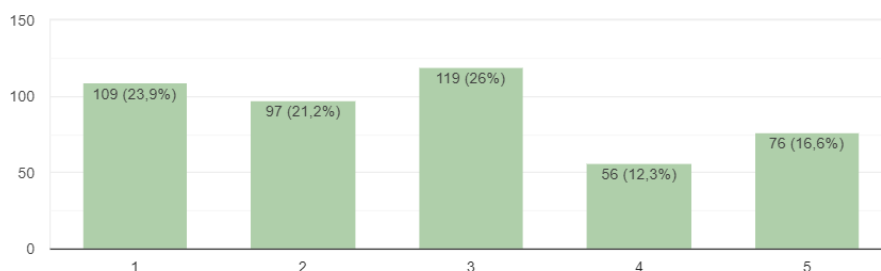
 Копіювати



Чи лякають тебе громіздкі математичні розрахунки?

457 відповідей

 Копіювати



Чи відчуваєш ти страх коли потрібно розв'язати задачу з геометрії?

457 відповідей

 Копіювати

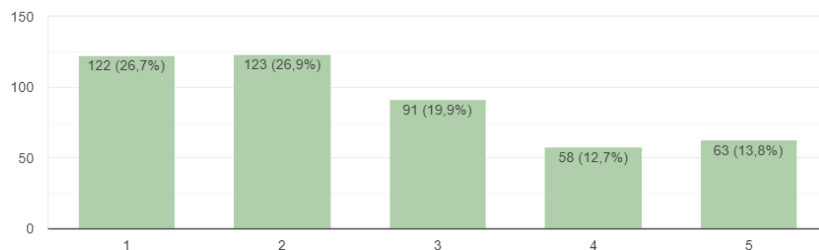


Рис.3. Результати опитування учнів: когнітивні ознаки математичної тривожності

Дослідження показало, що рівень математичної тривожності має тенденцію зростати з віком, тобто найвищий показник тривожності у старшокласників, також хлопці відчувають нижчий рівень тривожності порівняно з дівчатами.

Вважаємо, що низька підтримка від вчителів або однокласників, відчуття недооцінення може підвищити тривожність. У анкеті ми запропонували учням оцінити свій рівень навчальних досягнень (Як ти оцінюєш свої знання з математики?) та вказати як оцінює його вчитель (Як тебе оцінює вчитель математики?). Серед 457 опитаних учнів, у 109 учнів власна оцінка не співпадає з оцінкою вчителя (58 учнів оцінили свій рівень навчальних досягнень нижче від учителя). 64% учнів, які вважають, що у них завищена оцінка та 55% учнів, які себе оцінюють вище у порівнянні з учителем демонструють ознаки високого рівня математичної тривожності. Отже, коли учні сприймають свій рівень навчальних досягнень інакше, ніж їхні

вчителі, це також може викликати тривогу. Наприклад, якщо учень вважає, що його рівень знань нижчий, ніж оцінка вчителя, це може бути пов'язано зі страхом перед неспроможністю впоратися з математичними завданнями чи втратою впевненості в своїх здібностях. Учні, у яких завищена самооцінка, також можуть демонструвати ознаки високого рівня математичної тривожності. Це може бути пов'язане зі стресом або тривогою перед математичними завданнями.

Наведені результати опитування вказують на потребу у вивченні та впровадженні стратегій для подолання математичної тривожності та створення позитивного навчального середовища для учнів. Варто відзначити, що це дослідження зосереджено на учнях з регіонів де не ведуться бойові дії, тому результати можуть не повністю відображати ситуацію в інших регіонах України. Враховуючи, що дані засновані на самооцінці учасників, існує потенційний ризик соціальної бажаності або неповноти відповідей, що може вплинути на достовірність результатів.

У працях українських науковців (Бурда, Васильєва, Тарасенкова, 2023; Матяш, Панасенко, 2023; Михайленко, 2023) представлені пропозиції щодо можливих шляхів мінімізації негативних наслідків та адаптації освітнього процесу до умов війни. У результаті узагальнення розробок учителів, науковців щодо подолання математичної тривожності, ми створили практичний набір інструментів для вчителя математики «Успішні уроки без стресу» (рис.4). Проектуючи свій урок, вчитель математики для кожного етапу уроку, залежно від визначених завдань, може швидко підібрати методи та прийоми, що можуть допомогти подолати ознаки математичної тривожності в учнів.

“УСПІШНІ УРОКИ БЕЗ СТРЕСУ” ПРАКТИЧНИЙ НАБІР ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ	
Завдання у контексті подолання математичної тривожності:	Методи та прийоми, що можуть допомогти подолати ознаки математичної тривожності:
1. Організаційний етап - створення комфортної емоційної атмосфери; - подолання неспокою та стресу	
2. Етап перевірки виконання домашнього завдання - підтримка впевненості учнів у їхніх знаннях та вміннях; - створення можливостей для поновлення актуальних знань; - забезпечення індивідуального підходу	
3. Мотиваційний етап - створення комфортної емоційної атмосфери; - стимулювання інтересу; - залучення учнів до активної діяльності; - формування позитивного ставлення учнів до вивчення математики	
4. Етап засвоєння нових знань та вмінь - підтримка впевненості учнів у їхніх знаннях та вміннях; - створення можливостей для поновлення актуальних знань; - забезпечення індивідуального підходу	
5. Етап перевірки первинного розуміння - виявлення конкретних аспектів математичної теорії або завдань що викликають в учнів тривогу чи певні труднощі; - адаптація подальшого навчання, для забезпечення ефективної підтримки учня	
6. Етап закріплення та застосування нових знань і способів дій - забезпечення активної участі учнів у процесі планування; - створення умов для набуття впевненості в своїх можливостях у розв'язанні математичних завдань;	
7. Етап узагальнення й систематизації знань - засвоєння теоретичного матеріалу на більш глибокому рівні; - систематизація та узагальнення вивченої інформації; - розвиток критичного мислення та аналітичних навичок учнів; - розгляд типових помилок з метою розвитку вміння аналізувати і виправляти їх	
8. Етап контролю й самоконтролю знань і способів дій - формування вміння учнів аналізувати власну навчальну діяльність; - залучення учнів до корегування освітнього процесу з урахуванням результатів оцінювання та навчальних потреб учнів;	
9. Етап корекції знань і способів дій - виявлення проблемних моментів та недоліків в розумінні учнями вивченого матеріалу; - надання учням зворотного зв'язку щодо їхніх навчальних досягнень відповідно до визначених цілей	
10. Етап рефлексії створення умов для розуміння учнем власного прогресу	
Щоб ознайомитися з даними технологіями детальніше, переходьте за посиланням 	

Рис. 4. Практичний набір інструментів для вчителя математики «Успішні уроки без стресу» (розроблено авторами)

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження дозволяє нам зробити наступні висновки:

- 1) Математична тривожність учнів не є вродженою, може проявлятися на емоційному, когнітивному та фізіологічному рівнях і призводить до таких результатів, як зниження: мотивації до навчання; швидкості читання; успішності; обсягу робочої пам'яті під час виконання математичних завдань, що призводить до забування математичного змісту і помилок в обчисленнях. Також наявність ознак математичної тривожності впливає на вибір професії учнем, зокрема, уникнення професій у галузях математики, науки, технології та інженерії.
- 2) Для подолання математичної тривожності і як наслідок для підвищення успішності учнів з математики, важливо: сприяти розвитку в учнів позитивного ставлення до математики, підтримувати в них відчуття впевненості; практикувати інтерактивні методи навчання для збудження інтересу та зняття тривожності, для співпраці та комунікації; впроваджувати диференційоване та особистісно зорієнтоване навчання через відбір завдань, прийомів що відповідають індивідуальним потребам учнів.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у виокремленні та обґрунтуванні сучасних методичних рекомендацій для вчителів математики щодо подолання математичної тривожності українських учнів.

Список використаних джерел

- Андрієвська, М., Михайленко, Л. (2023). Змішане навчання математики: тенденції і можливості. Тези доповідей VI Міжнародної наукової конференції «Актуальні проблеми теорії та методики навчання математики: до 75-річчя кафедри методики навчання математики». С. 142-144.
- Бичко, Г., Вакуленко, Т., Лісова, Т., Мазорчук, М., Терещенко, В., Раков, С., Горох, В. та ін.; за ред. В. Терещенка та І. Клименко; Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 Український центр оцінювання якості освіти. Київ, 395 с.
- Лукомська, С. О. (2019). Особливості математичної тривожності сучасних школярів. Особистість у кризових умовах та критичних ситуаціях життя: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (28 лютого – 1 березня 2019 року, м. Суми) – Суми : Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка, 291-293. <http://surl.li/uvntse>
- Михайленко, Л. (2023). Соціально-емоційне навчання на уроках математики: сучасні тенденції. Актуальні питання природничо-математичної освіти : збірник наукових праць. Вип. 1 (21). С. 206-214. DOI: 10.5281/zenodo.8027156
- Полінські, О., Кучінка, К. (2023). Розвиток математичної тривожності в учнів середньої школи у контексті гейміфікації. Актуальні питання у сучасній науці, (10(16)). [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-10\(16\)-696-705](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-10(16)-696-705)
- Таблер, Т. (2022). Мотивація до вивчення математики і математична тривожність учнів. Вісник науки та освіти, (2(2)). [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2\(2\)-247-257](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2(2)-247-257)
- Топузов, О., Засєкіна, Т. (за заг. ред.). (2023). Загальна середня освіта України в умовах воєнного стану та відбудови: реалії, досвід, перспективи: Методичні рекомендації науковців Інституту педагогіки НАПН України до початку нового 2023-2024 навчального року [Електронний ресурс]. Інститут педагогіки НАПН України. Педагогічна думка. DOI: <https://doi.org/10.32405/978-966-644-737-4-2023-192>

- 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 Review*. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5>
- Chiu, L.-H. & Henry, L. (1990). Development and validation of the Mathematics Anxiety Scale for Children.. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*. 23. 121-127. https://www.researchgate.net/publication/232514312_Development_and_validation_of_the_Mathematics_Anxiety_Scale_for_Children.
- D'Agostino, A., Schirripa Spagnolo, F., & Salvati, N. (2021). Studying the relationship between anxiety and school achievement: evidence from PISA data. *Statistical Methods & Applications*. <https://doi.org/10.1007/s10260-021-00563-9>
- Finlayson, M. (2014). Addressing math anxiety in the classroom. *Improving Schools*, 17(1), 99–115. <https://doi.org/10.1177/1365480214521457>
- Hogbin, C. (2021, May 28). Mathematics Anxiety: A Guide for Parents and Teachers. LinkedIn: Log In or Sign Up. <https://www.linkedin.com/pulse/mathematics-anxiety-guide-parents-teachers-chris-hogbin>
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, Validity, and Reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182. <https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>
- Kohn, J., Richtmann, V., Rauscher, L., Kucian, K., Käser, T., Grond, U., Esser, G., & von Aster, M. (2013). Das Mathematikangstinterview (MAI): Erste psychometrische Gütekriterien. *Lernen und Lernstörungen*, 2(3), 177–189. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000040>
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, Volume 11, 311–322. <https://doi.org/10.2147/prbm.s141421>
- Matiash, O., Panasenکو, O., Horiashyn, A. (2023). Learning platforms in the training of future mathematics teachers: analysis of foreign experience. *ScienceRise: Pedagogical Education*, 4 (55), 9–14. <http://doi.org/10.15587/2519-4984.2023.284676>
- Sperling, R. A., Reeves, P. M., Gervais, A. L., & Sloan, J. O. (2017). Development and Validation of the Self-Regulated Learning Test Anxiety Scale. *Psychology*, 08(14), 2295–2320. <https://doi.org/10.4236/psych.2017.814145>
- Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M.I. & Colomé, À. Math anxiety: A review of its cognitive consequences, psychophysiological correlates, and brain bases. *Cogn Affect Behav Neurosci* 16, 3–22 (2016). <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0370-7>
- Weissgerber, S. C., Grünberg, C., Neufeld, L., Steppat, T., & Reinhard, M.-A. (2022). The interplay of math anxiety and math competence for later performance. *Social Psychology of Education*. <https://doi.org/10.1007/s11218-022-09700-y>

References

- Andriiivska, M., & Mykhailenko, L. (2023). Zmishane navchannia matematyky: Tendentsii i mozhlyvosti [Blended learning in mathematics: trends and opportunities]. In VI Mizhnarodna naukova konferentsiia "Aktualni problemy teorii ta metodyky navchannia matematyky: Do 75-richchia kafedry metodyky navchannia matematyky" [Abstracts of the VI International Scientific Conference 'Actual Problems of the Theory and Methods of Mathematics Teaching: to the 75th Anniversary of the Department of Mathematics Teaching Methods]. 142–144. [in Ukrainian]
- Bychko, H., Vakulenko, T., Lisova, T., Mazorchuk, M., Tereshchenko, V., Rakov, S., Gorokh, V., et al. (2023). Natsionalnyi zvit za rezultatamy mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2022 [National report on the results of the international study of the quality of education PISA]. Ukrainian Center for Educational Quality Assessment. Kyiv, 395. [in Ukrainian]
- Toptuzov, O., & Zasiiekin, T. (Eds.). (2023). Zahalna serednia osvita Ukrainy v umovakh voiennoho stanu ta vidbudovy: realii, dosvid, perspektyvy: Metodichni rekomendatsii naukovtsiv Instytutu pedahohiky NAPN Ukrainy do pochatku novoho 2023–2024 navchalnoho roku [General secondary education of Ukraine in the conditions of martial law and reconstruction: realities, experience, prospects: Methodological recommendations of the scientists of the Institute of Pedagogy of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine for the beginning of the new 2023–2024 academic year]. Instytut pedahohiky NAPN

- Ukrainy. Pedahohichna dumka [Institute of Pedagogy of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine. Pedagogical thought]. [in Ukrainian]
- Lukomska, S. O. (2019). Osoblyvosti matematychnoi tryvozhnosti suchasnykh shkolariv. In V Mizhnarodna nauko-vo-praktychna konferentsiia "Osobystist u kryzovykh umovakh ta krytychnykh sytuatsiiakh zhyttia". [Features of mathematical anxiety of modern schoolchildren. Personality in crisis conditions and critical situations of life: materials of the V International Scientific and Practical Conference]. Sumy: SumDPU imeni A. S. Makarenka, 291-293 <http://surl.li/uvntse> [in Ukrainian]
- Mykhailenko, L. (2023). Sotsialno-emotsiine navchannia na urokakh matematyky: Suchasni tendentsii [Social and emotional learning in mathematics lessons: current trends.]. Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity, [Topical issues of natural and mathematical education: a collection of scientific papers] 1(21), 206-214. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8027156> [in Ukrainian]
- Polinskyi, O., & Kuchinka, K. (2023). Rozvytok matematychnoi tryvozhnosti v uchniv serednoi shkoly u konteksti heimifikatsii [Development of mathematical anxiety in secondary school students in the context of gamification]. Aktualni pytannia u suchasni nauki [Topical issues in modern science], 10(16), 696-705. [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-10\(16\)-696-705](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-10(16)-696-705) [in Ukrainian]
- Tabler, T. (2022). Motyvatsiia do vyvchennia matematyky i matematychna tryvozhnist uchniv [Motivation to learn mathematics and students' mathematical anxiety]. Visnyk nauky ta osvity [Journal of Science and Education], 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]
- 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 Review. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5>
- Chiu, L.-H. & Henry, L. (1990). Development and validation of the Mathematics Anxiety Scale for Children.. Measurement and Evaluation in Counseling and Development. 23. 121-127. URL: https://www.researchgate.net/publication/232514312_Development_and_validation_of_the_Mathematics_Anxiety_Scale_for_Children.
- D'Agostino, A., Schirripa Spagnolo, F., & Salvati, N. (2021). Studying the relationship between anxiety and school achievement: evidence from PISA data. Statistical Methods & Applications. <https://doi.org/10.1007/s10260-021-00563-9>
- Finlayson, M. (2014). Addressing math anxiety in the classroom. Improving Schools, 17(1), 99-115. <https://doi.org/10.1177/1365480214521457>
- Hogbin, C. (2021, May 28). Mathematics Anxiety: A Guide for Parents and Teachers. LinkedIn: Log In or Sign Up. <https://www.linkedin.com/pulse/mathematics-anxiety-guide-parents-teachers-chris-hogbin> (date of access: 17.03.2024)
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, Validity, and Reliability. Assessment, 10(2), 178-182. <https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>
- Kohn, J., Richtmann, V., Rauscher, L., Kucian, K., Käser, T., Grond, U., Esser, G., & von Aster, M. (2013). Das Mathematikangstinterview (MAI): Erste psychometrische Gütekriterien. Lernen und Lernstörungen, 2(3), 177-189. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000040>
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. Psychology Research and Behavior Management, Volume 11, 311-322. <https://doi.org/10.2147/prbm.s141421>
- Matiash, O., Panasenko, O., Horiashyn, A. (2023). Learning platforms in the training of future mathematics teachers: analysis of foreign experience. ScienceRise: Pedagogical Education, 4 (55), 9-14. <http://doi.org/10.15587/2519-4984.2023.284676>
- Sperling, R. A., Reeves, P. M., Gervais, A. L., & Sloan, J. O. (2017). Development and Validation of the Self-Regulated Learning Test Anxiety Scale. Psychology, 08(14), 2295-2320. <https://doi.org/10.4236/psych.2017.814145>
- Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M.I. & Colomé, À. Math anxiety: A review of its cognitive consequences, psychophysiological correlates, and brain bases. Cogn Affect Behav Neurosci 16, 3-22 (2016). <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0370-7>
- Weissgerber, S. C., Grünberg, C., Neufeld, L., Steppat, T., & Reinhard, M.-A. (2022). The interplay of math anxiety and math competence for later performance. Social Psychology of Education. <https://doi.org/10.1007/s11218-022-09700-y>