MATHS ANXIETY IN STUDENTS WITH SPESIAL EDUCATION NEEDS

GALYA MADAROVA

ABSTRACT: *The present study examines mathematics anxiety among students with special educational needs in lower secondary education (grades 5–7) and explores possibilities for its reduction through digital educational platforms and applications. The main manifestations of mathematics anxiety and its effects on achievement and learning motivation are outlined. Selected digital resources are compared with regard to adaptability, gamification, visualization and feedback. The analysis indicates that purposeful use of these tools can create a more supportive learning environment, reduce anxiety and increase student engagement. Practical conclusions and recommendations for educational practice are provided.*

KEYWORDS: *mathematics anxiety, students with SEN, digital educational resources, learning motivation, lower secondary education.*

DOI: https://doi.org/10.46687/LDOW8020

МАТЕМАТИЧЕСКА ТРЕВОЖНОСТ ПРИ УЧЕНИЦИ СЪС СПЕЦИАЛНИ ОБРАЗОВАТЕЛНИ ПОТРЕБНОСТИ

ГАЛЯ МАДАРОВА

АБСТРАКТ: *Настоящото изследване разглежда математическата тревожност при ученици със специални образователни потребности в прогимназиален етап (5.–7. клас) и възможностите за нейното ограничаване чрез дигитални образователни платформи и приложения. Очертани са основните проявления на тревожността и влиянието ѝ върху учебните постижения и мотивацията. Подбрани дигитални ресурси са сравнени според тяхната адаптивност, игровизация, визуализация и обратна връзка. Анализът показва, че целенасоченото им използване може да създаде по-подкрепяща учебна среда, да намали тревожността и да повиши ангажираността на учениците. Формулирани са практически изводи и препоръки за образователната практика.*

1 Въведение

В условията на съвременното образование математическата тревожност е значим психологически и педагогически проблем, който влияе върху учебните постижения, мотивацията и отношението към математиката. При ученици със специални образователни потребности (СОП), включително с обучителни трудности, тя може да се задълбочи поради дефицити в работната памет, вниманието и обработката на информация. В прогимназиалния етап, разглеждан тук само за 5.–7. клас, усложняването на учебното съдържание и повишените изисквания могат да усилят напрежението, избягващото поведение и ниската самооценка.

Дигиталните образователни ресурси и интерактивните платформи предлагат възможности за адаптиране на съдържанието към индивидуалните потребности, работа със собствено темпо, игровизация и незабавна обратна връзка. Поради това те могат едновременно да подпомогнат усвояването на математическото съдържание и да ограничат част от факторите, поддържащи тревожността.

Целта на изследването е да се извърши систематичен преглед и сравнителен анализ на съвременни дигитални платформи и приложения за обучение по математика, като се оцени потенциалът им за намаляване на математическата тревожност и повишаване на мотивацията при ученици със СОП от 5.–7. клас. Акцентът е върху адаптивността, игровизацията, визуализацията и подкрепящата обратна връзка.

За реализиране на поставената цел се формулират следните основни задачи:

- да се изследват теоретичните характеристики на математическата тревожност и нейните проявления при ученици със СОП;
- да се идентифицират и класифицират съществуващи образователни платформи и приложения, използвани в обучението по математика;
- да се анализират техните педагогически и психологически ефекти върху мотивацията и тревожността;
- да се сравнят различни типове дигитални решения (игровизирани, адаптивни, визуални, базирани на изкуствен интелект);
- да се формулират практически насоки за ефективното им приложение в образователна среда.

Обект на изследването е обучението по математика при ученици със СОП и ниска учебна мотивация в 5.–7. клас. Предмет са възможностите за редуциране на математическата тревожност чрез дигитални образователни платформи и приложения и влиянието им върху мотивацията и учебната ангажираност.

Основната теза е, че целенасоченото използване на дигитални ресурси, съчетаващи адаптивно обучение, игровизация, визуализация и подкрепяща обратна връзка, може да намали математическата тревожност и да повиши вътрешната мотивация на учениците със СОП, когато е интегрирано съобразно индивидуалните им потребности.

2 Концептуални подходи и емпирични изследвания в областта на математическата тревожност и мотивацията за учене при ученици със СОП

Математическата тревожност е специфично психологическо състояние на напрежение, страх и несигурност при работа с математическо съдържание, което може да възпрепятства ефективното решаване на задачи [1]. Съвременните интерпретации я разглеждат като многомерен конструкт с взаимодействащи афективни, когнитивни и поведенчески компоненти [11].

Проявленията ѝ включват негативни емоции, съмнения в собствените способности и затруднена концентрация, както и физиологични реакции на стрес. В поведенчески план често се наблюдават пасивност, избягване на математически дейности и ниска ангажираност [7], а натрапливите тревожни мисли допълнително ограничават ефективността при решаване на задачи [15].

Последиците се изразяват в по-ниски постижения и мотивация, ограничено участие и натрупване на пропуски [9], [11]. Особено важен механизъм е натоварването на работната памет: част от когнитивния ресурс се ангажира от тревожните мисли и остава по-малък капацитет за обработка на числова информация и решаване на задачи [15]. В дългосрочен план това може да ограничи избора на образователни направления, изискващи количествени умения [12].

Затова математическата тревожност изисква педагогическа интервенция, насочена не само към знанията, но и към увереността, начина на оценяване и учебната среда. Адаптираните методи и подходящо подбраните дигитални ресурси могат да бъдат част от такава подкрепа [5].

При ученици със СОП математическата тревожност може да има по-силно отражение върху когнитивното функциониране и учебното поведение. Типична е реакцията „борба или бягство“, която при силно напрежение може да доведе до блокиране и усещане за „празен ум“, въпреки че ученикът разполага с необходимите знания [11].

Тревожността ангажира работната памет и затруднява обработката на числова информация, изчисленията и разбирането на математически концепции [9]. Важно е тя да се разграничава от дискалкулията: при тревожността водещ е емоционалният компонент, докато при дискалкулията се наблюдават устойчиви неврокогнитивни затруднения в числовата обработка [7].

Допълнителни рискови фактори при част от учениците със СОП са сензорното претоварване, трудностите при структуриране на задачата и високите вътрешни изисквания, наблюдавани например при разстройства от аутистичния спектър или ADHD [2]. Към тях може да се прибави „научена безпомощност“ – преждевременно търсене на помощ или отказ от участие с цел избягване на неуспех и социално неудобство [4].

Ефективната подкрепа предполага ограничаване на факторите, които усилват напрежението. Намаляването на строгия времеви натиск позволява на учениците да покажат реалните си знания [14], а поставянето на акцент върху процеса, усилието и грешката като естествена част от ученето подпомага по-позитивната нагласа към математиката [3].

Конкретните и визуалните средства намаляват когнитивното натоварване и подпомагат разбирането на абстрактни понятия [5]. Свързването на задачите с интересите на учениците може да повиши вътрешната мотивация [8], а безопасната учебна среда изисква да се избягват практики, които засилват социалната тревожност, като принудително публично отговаряне [13].

Алтернативните форми на оценяване – например устно обяснение или практическа дейност – дават възможност знанията да бъдат демонстрирани по начин, съобразен с индивидуалните особености. Гъвкавият подход е особено важен при ученици със СОП, когато традиционното оценяване не отразява напълно реалното ниво на разбиране [10].

3 Методология

Изследването използва качествен подход, основан на теоретичен и съдържателен анализ на научни публикации за математическата тревожност, обучението на ученици със СОП и ролята на дигиталните технологии. Паралелно се прилага сравнителен анализ на дигитални платформи и приложения, релевантни за обучението по математика в 5.–7. клас.

Съпоставянето се извършва по предварително определени критерии: функционалност, адаптивност към индивидуалното темпо и ниво, игрови елементи, визуализация и вид на обратната връзка. Описателният метод се използва за систематизиране на основните характеристики и за идентифициране на решения, които могат да подкрепят увереността, ангажираността и по-нискорисковото участие на учениците със СОП.

4 Резултати

Прегледът откроява няколко групи дигитални ресурси, подходящи за ученици със СОП от 5.–7. клас: адаптивни платформи, игровизирани приложения, среди за динамична визуализация и виртуални манипулативи. Общите характеристики с най-голям потенциал за ограничаване на тревожността са индивидуалното темпо, визуалната подкрепа, незабавната обратна връзка и възможността грешката да се преживява като част от ученето, а не като публичен неуспех. На тази основа са разгледани Khan Academy, Prodigy Math, GeoGebra, Desmos, DreamBox Math, DragonBox и Brainingcamp.

Khan Academy е подходяща при необходимост от постепенно преодоляване на пропуски и несигурност. Видео уроците, упражненията и проследяването на напредъка позволяват работа със собствено темпо и многократна практика без публичен натиск. За ученици със СОП в 5.–7. клас това подпомага чувството за компетентност и позволява надграждане едва след затвърждаване на основните знания.

Prodigy Math е полезна, когато тревожността е свързана с ниска мотивация и отказ от участие. Адаптивните задачи са включени в игрови сценарий с мисии и награди, което пренасочва вниманието от страха от грешка към изпълнение на игровата цел. При учениците от 5.–7. клас това може да повиши ангажираността, като същевременно учителят разполага с инструменти за проследяване на напредъка.

GeoGebra подпомага разбирането чрез динамично представяне на геометрични, алгебрични и графични зависимости. За ученици със СОП възможността обектите да се виждат, променят и проверяват намалява абстрактността и когнитивното натоварване. Средата е особено полезна в 5.–7. клас при въвеждане и затвърждаване на понятия, за които визуалният модел улеснява преминаването към символно представяне.

Desmos е перспективен при трудности с функции, графики и зависимости. Интерактивните графични и геометрични инструменти позволяват изследване на математически идеи чрез визуални модели и структурирани стъпки. Така ученикът може да проверява хипотези и да вижда резултата от действията си, което намалява натиска от механичното възпроизвеждане и подкрепя по-спокойното навлизане в ново съдържание.

DreamBox Math предлага адаптивно обучение и формираща обратна връзка, като променя обучителния път според действията на ученика. За разглежданата група от 5.–7. клас предимството е, че трудността се съобразява с текущото ниво, което ограничава повтарящите се ситуации на неуспех. Фокусът върху концептуалното разбиране е допълнителен плюс за ученици, които се затрудняват с абстрактни математически отношения.

DragonBox представя алгебрични и геометрични идеи чрез игрови механики и дигитални манипулативи. Подходът е подходящ при силна съпротива към традиционното преподаване, защото намалява натиска на формалния математически език и позволява постепенно преминаване от интуитивно действие към символно разбиране. Това може да подпомогне увереността на учениците със СОП в 5.–7. клас.

Brainingcamp е фокусирана върху виртуални манипулативи – дроби, алгебрични плочки, геометрични модели и други интерактивни средства. При обучителни трудности работата с видими и управляеми обекти конкретизира абстрактните операции. В контекста на математическата тревожност ценността е в преместването на акцента от „правилен отговор веднага“ към изследване, пробване и коригиране в по-безопасна учебна среда.

5 Дискусия

Платформите са сравнени по функционалност, адаптивност, игрови и визуални елементи, обратна връзка и потенциал за намаляване на математическата тревожност и повишаване на мотивацията. Обобщеното сравнение е представено в Табл. 1.

Таблица 1. Сравнителен анализ на дигитални платформи за подпомагане на обучението по математика и редуциране на тревожността при ученици със СОП

Платформа / приложение	Основни функции	Подходяща за	Как намалява тревожността	Ограничения
Khan Academy	Видео уроци, упражнения, персонализирано обучение, проследяване на напредъка	Ученици със СОП, нуждаещи се от по-бавно темпо и затвърждаване	Позволява учене без натиск, работа със собствено темпо, многократни опити без оценка	Изисква самостоятелност и мотивация
Prodigy Math	Игровизация, мисии, адаптивни задачи, награди	Ученици с ниска мотивация и избягващо поведение	Превръща математиката в игра, намалява страха от грешки, повишава ангажираността	Възможно разсейване от игровите елементи
GeoGebra	Визуализация, динамична геометрия, алгебра, интерактивни модели	Ученици със затруднения в абстрактното мислене	Прави математиката „видима“, намалява когнитивното натоварване	Изисква първоначално обучение за работа
Desmos	Графични калкулатори, интерактивни уроци, визуални модели	Ученици със затруднения при функции и зависимости	Подпомага разбирането чрез визуализация и изследване вместо запаметяване	По-ограничено съдържание извън определени теми
DreamBox Math	Адаптивно обучение, персонализирани пътища, анализ в реално време	Ученици със СОП и различно ниво на подготовка	Предлага задачи според нивото, избягва ситуации на неуспех	Платена платформа
DragonBox	Игрово обучение, интуитивно разбиране на алгебра и геометрия	Ученици с висока тревожност и съпротива към математика	Намалява напрежението чрез игра и интуитивно учене	Ограничен обхват на съдържание
Brainingcamp	Виртуални манипулативи, визуални и интерактивни инструменти	Ученици със СОП и нужда от конкретизация	Позволява учене чрез действие и експериментиране, намалява страха от грешки	Изисква насочване от учител

Сравнението показва, че отделните ресурси въздействат върху различни източници на тревожност. Khan Academy и DreamBox Math са най-силни по отношение на индивидуалното темпо и постепенното надграждане; Prodigy Math и DragonBox използват игровизация за преодоляване на избягващото поведение; GeoGebra, Desmos и Brainingcamp подкрепят учениците чрез визуализация и манипулиране на математически обекти. Така изборът на инструмент трябва да се свързва с конкретната трудност, а не с универсално приложение на една платформа.

Адаптивността е особено значима за ученици със СОП, защото позволява задачите да се съобразят с текущото равнище и намалява честото преживяване на неуспех. Игровите елементи могат да повишат включването, но следва да се използват така, че да не изместват учебната цел. Визуалните модели са най-полезни при абстрактни понятия, тъй като намаляват когнитивното натоварване и улесняват разбирането.

Незабавната и насочваща обратна връзка има общо значение за всички типове ресурси: тя позволява грешката да бъде коригирана без публично оценяване и подпомага изграждането на увереност. Следователно най-голям потенциал имат решенията, които съчетават адаптивност, визуална подкрепа, мотивиращи елементи и обратна връзка, но ефектът им зависи от целенасоченото педагогическо интегриране и индивидуалните потребности на ученика.

6 Заключение

Изследването потвърждава, че математическата тревожност е съществен фактор за учебните постижения, мотивацията и отношението към математиката при ученици със СОП в 5.–7. клас. Тя има емоционални, когнитивни и поведенчески проявления и може да задълбочи вече съществуващи обучителни трудности, особено когато учебната среда е свързана с високо напрежение и страх от грешка.

Сравнителният анализ показва, че дигиталните ресурси могат да подпомогнат ограничаването на тревожността, когато предлагат работа със собствено темпо, адаптивност, визуализация, игрови елементи и подкрепяща обратна връзка. Разгледаните платформи реализират тези характеристики в различна степен и затова следва да се подбират според конкретните потребности на ученика и учебната задача.

Основният извод е, че технологията не действа самостоятелно, а като част от педагогически организирана подкрепяща среда. Най-важни са ограничаването на ненужния времеви и социален натиск, постепенното надграждане, възможността за многократен опит и предоставянето на ясна обратна връзка. При тези условия дигиталните инструменти могат да превърнат част от математическите дейности от източник на стрес в по-достъпно и мотивиращо учебно преживяване.

На практическо равнище се препоръчва учителите да комбинират дигиталните платформи с визуални средства, алтернативни форми на оценяване и индивидуализирани задачи, като наблюдават дали игровизацията действително подпомага ученето. Подходът трябва да отчита характера на СОП, нивото на математическа подготовка и конкретните прояви на тревожност.

В обобщение, целенасоченото интегриране на подходящи дигитални ресурси създава условия за по-висока увереност, ангажираност и по-добро участие в обучението по математика на учениците със СОП от 5.–7. клас. Най-значим е не самият технологичен инструмент, а съчетаването му с адаптирана и психологически безопасна педагогическа практика.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Ashcraft, M. H., Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. Current Directions in Psychological Science, 11 (2002), 181–185. DOI: 10.1111/1467-8721.00196.

[2] Ayinde, B. M., Bello, A. M., Mathematics Anxiety and Academic Achievements among Special Needs Students. International Journal of Multidisciplinary Research in Science, Technology and Innovation (IJMRSTI), 2 (1) (2024), retrieved from: https://www.ijmrsti.com/wp-content/uploads/2024/01/Mathematics-Anxiety-and-Academic-Achievements-among-Special-Needs-Students.pdf.

[3] Beilock, S. L., Maloney, E. A., Math Anxiety: A Factor in Math Achievement Not to Be Ignored. Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences, 2 (2015), 4–12. DOI: 10.1177/2372732215601438.

[4] Brown, R., Case Study from Rob Brown, Maths Teacher at West Lakes Academy, Cumbria. In: Pearson, A Guide to Tackling Maths Anxiety. Pearson (2019).

[5] Campos, I. S., Almeida, L. S., Ferreira, A. I., Martinez, L. F., Ramalho, G., Cognitive Processes and Math Performance: A Study with Children at Third Grade of Basic Education. European Journal of Psychology of Education, 28 (2013), 421–436. DOI: 10.1007/s10212-012-0121-x.

[6] Carey, E., Devine, A., Hill, F., Dowker, A., McLellan, R., Szucs, D., Understanding Mathematics Anxiety: Investigating the Experiences of UK Primary and Secondary School Students. University of Cambridge Repository (2019), retrieved from: repository.cam.ac.uk/bitstream/handle/1810/290514/Szucs%2041179%20-%20Main%20Public%20Output%208%20March%202019.pdf.

[7] Carey, E., Devine, A., Hill, F., Szucs, D., Differentiating Anxiety Forms and Their Role in Academic Performance from Primary to Secondary School. PLoS ONE, 12 (2017), e0174418. DOI: 10.1371/journal.pone.0174418.

[8] Carey, E., Hill, F., Devine, A., Szücs, D., The Chicken or the Egg? The Direction of the Relationship between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance. Frontiers in Psychology, 6 (2016), Article 1987. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.01987.

[9] Caviola, S., Mammarella, I. C., Kovas, Y., Math Anxiety in Children with and without Mathematical Difficulties: The Role of Gender and Genetic Factors. In: Mammarella, I. C., Caviola, S., Dowker, A. (Eds.), Mathematics Anxiety: What is Known and What is Still to be Understood. Taylor & Francis (2019), retrieved from: research.gold.ac.uk/id/eprint/25952/1/Caviola%2CMammarella%2CKovas_Mathematics%20Anxiety_Chapter%208.pdf.

[10] Esposito, L., Tonizzi, I., Usai, M. C., Giofrè, D., Understanding the Role of Cognitive Abilities and Math Anxiety in Adolescent Math Achievement. Journal of Intelligence, 13 (4) (2025), 44. DOI: 10.3390/jintelligence13040044.

[11] Lugalia, M., Johnston-Wilder, S., Goodall, J., The Role of ICT in Developing Mathematical Resilience in Learners. In: INTED 2013 Proceedings (2013), retrieved from: researchgate.net/publication/262950745_Lugalia_M_Johnston-Wilder_S_and_Goodall_J_2013_The_Role_of_ICT_in_developing_mathematical_resilience_in_students_INTED_2013.

[12] Miller, H., Bichsel, J., Anxiety, Working Memory, Gender, and Math Performance. Personality and Individual Differences, 37 (2004), 591–606. DOI: 10.1016/j.paid.2003.09.029.

[13] Nardi, E., Steward, S., Is Mathematics T.I.R.E.D? A Profile of Quiet Disaffection in the Secondary Mathematics Classroom. British Educational Research Journal, 29 (3) (2003), 346–367.

[14] Pearson, A Guide to Tackling Maths Anxiety. Pearson (2019), available at: go.pearson.com/tacklingmathsanxiety.

[15] Szczygieł, M., The Relationship between Math Anxiety and Math Achievement in Young Children Is Mediated through Working Memory, Not by Number Sense, and It Is Not Direct. Contemporary Educational Psychology, 65 (2021), Article 101949. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2021.101949.

[16] The British Psychological Society, Maths Anxiety Affects a Third of Young Children. The British Psychological Society (2019), accessed at: bps.org.uk/news-and-policy/maths-anxiety-affects-third-young-children.

Галя Мадарова
Месторабота: УниБИТ
ORCID ID: 0009-0003-0476-6679
gmadarova@rcsf.bg