

УДК 373.5.091.33:51:004

DOI: 10.31499/2706-6258.2(6).2021.248135

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ РОЗВИТКУ МОТИВАЦІЇ УЧНІВ ДО ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ: КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Таблер Тетяна, асистент кафедри математики і фізики, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького.

ORCID: 0000-0002-5489-3874

E-mail: tabler1988@gmail.com

У статті розглянуто проблему розвитку пізнавальної активності учнів на уроках математики з використанням комп'ютерних засобів у контексті завдань особистісно орієнтованого навчання. Виокремлено показники розвитку пізнавальної активності та запропоновано методику оцінки впливу використання комп'ютерних засобів при вивченні окремих тем і розділів математики у 7–9 класах ЗЗСО. Наведено результати та здійснено аналіз динаміки показників експериментального впливу використання комп'ютерних інтерактивних засобів на мотивацію та рівень математичної тривожності учнів.

Ключові слова: особистісно орієнтоване навчання; математичні дисципліни; математична тривожність; педагогічні умови; засоби навчання математики; мотивація до вивчення математики; інтерактивні комп'ютерні засоби навчання; успішність у вивченні математики.

USE OF COMPUTER TOOLS TO DEVELOP MOTIVATION OF STUDENTS TO STUDY MATHEMATICS: CRITERIA OF EFFICIENCY

Tabler Tetiana, Assistant of the Department of Mathematics and Physics, Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-5489-3874

E-mail: tabler1988@gmail.com

The article considers the problem of development of cognitive activity of students in mathematics lessons. The peculiarities of the use of the formative system of assessment in the process of teaching mathematics with the use of computer tools in the context of the tasks of personality-oriented learning. The main risk factors for increasing the mathematical anxiety of students are identified. The pedagogical factors of motivation development and increase of interest in learning, development of mathematical thinking and reduction of mathematical anxiety due to the development of methods to increase the clarity of learning and cognitive activity of students related to the use of computer tools are substantiated.

The criteria are substantiated and the indicators of assessment of the development of cognitive activity of students of 7–9 grades of gymnasiums in the process of teaching mathematics with the use of computer tools are distinguished: motives of students learning at school; interest in studying the study of mathematics (algebra and geometry); success in the study of mathematics (algebra and geometry); motivation to study mathematical disciplines; mathematical anxiety. A method of assessing the impact of the use of computer tools to study certain topics and sections of mathematics in grades 7–9 in

general secondary education, which will increase the motivation of students to study the subject and reduce the level of mathematical anxiety of students.

The results are presented and the dynamics of the indicators of the experimental influence of the use of computer interactive tools on the motivation of students to study mathematics is analyzed.

Keywords: personality-oriented learning; mathematical disciplines; mathematical anxiety; pedagogical conditions; mathematics teaching aids; motivation to study mathematics; interactive computer learning tools; success in the study of mathematics.

У сучасних педагогічних джерелах акцентовано на важливості розвитку пізнавальної активності учнів на уроках математики як складного інтегрального утворення, що має мотиваційні, операційні та результативні компоненти. У контексті завдань особистісно орієнтованого навчання, де оцінювання традиційно виконує цілий ряд функцій в освітньому процесі (контролювальна, навчальна, діагностико-корегувальна, стимулювально-мотиваційна, розвивальна, виховна та функція управління процесом навчання), для нашого дослідження великої ваги набуває концепт формувальної функції моніторингу й оцінювання успіхів учнів [17, с. 43]. Згідно з ним кожен учень нарівні з вчителем залучається до процесу оцінювання власних навчальних умінь, а оцінка досягнень здійснюється насамперед задля того, щоб усунути виявлені недоліки з максимальною ефективністю, визначати потреби учнів та відповідним чином адаптувати процес навчання. Як зазначають дослідники Н. Морзе, О. Барна, В. Вембер, головними його особливостями є: забезпечення ефективного зворотного зв'язку з учнем; активна участь учня в процесі навчання; постійне корегування освітнього процесу; мотивування учня; усвідомлення учнем відповідальності за власне навчання [4, с. 56].

Важливим аспектам розвитку мотивації до вивчення математики у школі та окремим її аспектам присвячені праці таких закордонних дослідників, як Е. Аарнос, П. Перкілла, К. Еден, А. Гейне, А. Джейкобс, А. Легг, Ю. Закарія, М. Баратуччі, Дж. Фурнера, А. Гонсалес-Дехасс та багатьох інших.

Розглянуті в працях вітчизняних дослідників О. Барна, В. Вембер, С. Лукомської, В. Галузяк, Н. Морзе, О. Мостіпан, Ю. Триус, Т. Фефілової, І. Холковської, Ю. Шевченко, Г. Шкільової та багатьох інших аспекти мотивування учнів до вивчення математики з використанням новітніх комп'ютерних засобів та форм оцінювання засвідчують широкий спектр чинників, зокрема пов'язаних з методикою викладу і формами подачі матеріалу.

Метою статті є розкриття можливостей методики використання комп'ютерних засобів для підвищення мотивації учнів до вивчення математики.

На основі аналізу матеріалів попередніх PISA-2012 [15] та новітніх закордонних та вітчизняних досліджень з проблеми мотивації учнів до вивчення математики, виокремимо ще одну важливу суто педагогічну проблему викладання математики в школі – проблему подолання школярами математичної тривожності [2]. Як справедливо вказують викладачі математичних дисциплін, в Україні таких досліджень не проводять, та й загалом явищу математичної тривожності не приділяють гідної уваги, попри статистичні дані досліджень, що підтверджують наявність такої проблеми [9]. Разом з тим, у закордонній психолого-педагогічній науці за цим напрямом опубліковано досить багато робіт, які спонукають до виявлення уваги педагогічної спільноти до вказаної конкретної проблеми в навчанні математики [7] і вироблення відповідних рекомендацій для її подолання [11]. Так, К. Еден, А. Гейне та А. Джейкобс

у роботі «Математична тривога та її розвиток під час формального шкільного навчання – огляд» вказують, що «математична тривожність» не означає, що учень слабкий у математиці, це означає, що він був би значно продуктивніший, якби не відчував такої тривожності [11]. Як вказує С. Россан у праці «Подолання математичної тривоги», зростанню математичної тривоги сприяють неадекватні методи навчання математики (наприклад, опора на запам'ятовування, а не на розуміння) [16, с. 2]. У роботі А. Легг «Результативність математики та її зв'язок із математичною тривою та метапізнанням» описано методіку розвитку метакогнітивних навичок. Автор розглядає метапізнання як метакогнітивні знання (розуміння того, як відбувається людське пізнання) і регуляторну дію пізнавальних процесів (планування, моніторинг та оцінку своєї пізнавальної діяльності). Одним з пояснень математичної тривожності є операційний чинник – зазвичай учень паралельно вирішує одразу два завдання: одне – математичне, інше – завдання на опанування власного емоційного стану (боротьбою зі страхом і тривою). Коли емоційне навантаження виступає як паралельне ресурсоємке завдання, велику роль у проявленні математичної тривоги грає спосіб перевірки знань. Зокрема, автором встановлено, що і тести, і завдання, що проводяться в умовах обмеження часу, підсилюють математичну тривогу у дітей, знижують результативність і мотивацію, якщо система оцінювання спрямована тільки на правильність відповіді. Однак якщо система оцінювання містить можливість обговорювати хід рішення, то тривожність серед учнів не така велика [14].

Більшість учених, що займаються цією проблемою, стверджують також, що основними факторами ризику підвищення математичної тривоги будуть: слабкий рівень володіння математикою, неадекватна мотивація, а негативний вплив математичної тривоги на математичні показники опосередковується тимчасовим скороченням оперативної пам'яті. Як зазначає С. Лукомська, «Математична тривожність є похідною традиційної методології викладання математики, базованої на вчительському шаблоні “поясни-зроби-запам'ятай”, де саме запам'ятовування, а не розуміння та міркування відіграють ключову роль» [2, с. 3]. Тому методологічно важливим аргументом у цьому контексті є висновки науковців, що у тих закладах освіти, де допускається повторне тестування, під час якого учні можуть після детального аналізу помилок поліпшити тестові результати, математична тривожність має значно менший прояв серед учнів. Іншим важливим чинником навчання, на який здебільшого посилаються дослідники, є відсутність індивідуалізації у навчанні (єдиний темп, загальні програми, єдиний спосіб подачі інформації для всіх учнів) [2; 7; 9; 14].

У багатьох дослідженнях простежується прямий зв'язок між рівнем мотивації, рівнем підготовки з математики та рівнем проявів математичної тривожності. В авторських методиках Ю. Закарія та М. Баратуччі «Шкала математичної мотивації» до значущих показників належать: самоефективність – впевненість у власній спроможності досягати успіху у вивченні математики; внутрішня мотивація – внутрішньо визначені цілі навчання математики; корисність математики для пізнання та саморозвитку, а також зовнішня мотивація, зовнішньо визначені цілі [19, с. 319]. У науковому обігу широко використовується також методика Ю. Закарія «Шкала математичної тривожності», що ґрунтується на визначенні математичної тривоги як страху, напруження, невпевненості стосовно дій, що пов'язані із маніпулюванням математичними поняттями і які заважають успішності вивчення математики [18, с. 135–136].

У контексті нашої роботи важливим є висновок дослідників про те, що при цілеспрямованому розвитку рефлексивних навичок математична тривожність учнів істотно знижувалася [14]. У роботі Дж. Фурнера й А. Гонсалес-Дехасс «Як майстерність та цілі успішності учнів пов'язані з математичною тривогою?» учителям математики рекомендують урізноманітнити як способи перевірки знань, так і методику викладання: співвідносити математичні закономірності з повсякденним життям, давати змогу школярам вільно маніпулювати об'єктами завдань для кращого розуміння математичних понять, використовувати розвивальні групові форми роботи, проєктні види діяльності, застосовувати на уроках математичні ігри й відповідні комп'ютерні засоби [12], а в методичних розробках інтегрувати гуманітарні та математичні знання, показуючи їхній взаємозв'язок [10]. Разом з тим, як справедливо вказують Т. Фефілова, Ю. Шевченко, Г. Шкільова, типові задачі, які використовують учителі на уроках математики, часто не мають нічого спільного з проблемною діяльністю, тобто не є такими, з якими стикаються люди в реальних ситуаціях. Вони є чітко визначеними, інформаційно повними та характеризуються наявністю однієї правильної відповіді, відсутністю внутрішньої мотивації до їхнього виконання, тобто є нецікавими для учнів. На відміну від академічного підходу, автентичні задачі, як правило, характеризуються ключовою роллю розпізнавання та визначення проблеми, невизначеним характером проблеми, істотним пошуком інформації, кількома правильними рішеннями, наявністю відповідного попереднього досвіду й мотивацією та емоційним характером вирішення, беручи до уваги непередбачені обставини. Учні сприймають академічні задачі як штучні і не дуже актуальні, тоді як автентичні задачі сприймаються як реальні та варті вирішення [8, с. 140–145]. Тобто, оскільки у науковій літературі наводяться дані досліджень, що засвідчують зниження уваги, оперативної пам'яті і, як результат, продуктивності виконання завдань під час навчання математики в учнів з високою математичною тривожністю, очевидно, що в суто педагогічному аспекті йдеться насамперед про гуманізацію шкільної освіти. Разом з тим, дедалі частіше констатується, що в епоху цифрових засобів навчання до методів зниження математичної тривожності можна віднести не лише педагогічні та психологічні, а й технологічні. Значною мірою у цьому переконують результати досліджень і психологічних розробок у контексті використання сучасних комп'ютерних засобів навчання безпосередньо в процесі викладання математики.

Дослідник Ю. Триус, розглядаючи проблеми і перспективи математичної освіти, зазначає, що із використанням ІКТ відбувається збільшення швидкості та спрощення доступу до навчального та наукового матеріалу через інтернет-мережу, завдяки чому рівень пізнавальної активності на уроках математики зростає [6].

Оскільки прикладна спрямованість навчання з використанням комп'ютерних засобів виступає нині одним із головних чинників підвищення якості математичної освіти учнів, учені акцентують на важливості розуміння специфіки комунікаційних аспектів педагогічного впливу при використанні новітніх засобів, що ґрунтуються на інформаційних технологіях і сприяють урізноманітненню способів опанування учнями знань [5, с. 48]. Як доречно зазначає Н. Морзе, «Електронні засоби навчального призначення набувають педагогічної цінності лише в тому випадку, якщо їх легко вписати в навчальний процес, якщо вони покращують результати навчальної діяльності учнів. Деякі з педагогічних програмних засобів створюються без належного науково-теоретичного обґрунтування, без участі психологів та педагогів, виходячи виключно з

інтуїції та бачення програмістів, а не з психолого-педагогічних закономірностей процесів навчання, учіння та розвитку. Такі засоби не відзначаються ефективністю, оскільки в них не враховується специфіка перебігу психічних процесів, психологічні закономірності сприйняття та обробки інформації людиною, вони не оптимізовані відносно здійснення психічних функцій учня» [3, с. 31]. Оскільки прикладна спрямованість навчання з використанням комп'ютерних засобів виступає нині одним із головних чинників підвищення якості математичної освіти учнів, на важливості розуміння специфіки комунікаційних аспектів педагогічного впливу при використанні новітніх засобів, що ґрунтуються на інформаційних технологіях і сприяють урізноманітненню способів опанування учнями знань, наголошують Н. Морзе й О. Мостіпан [5, с. 56].

Отже, вищенаведене дозволяє віднести до суттєвих засобів підвищення мотивації учнів до вивчення математики й зниження математичної тривожності при навчанні як педагогічні прийоми, психологічні методики й тренінги, так і педагогічні підходи до створення оптимальних умов використання сучасних комп'ютерних засобів навчання математики з урахуванням вікових особливостей. Не менше значення має методично вивірена вибудова навчальних програм та розробка самих уроків, у яких відводиться достатньо часу для відпрацювання математичних навичок, послідовного розвитку логічного мислення учнів і підтримання мотивації до подальших занять.

Для вирішення зазначених завдань у 2019–2020 рр. авторкою було здійснене дослідження використання в освітньому процесі уроків математики у 7–9 класах комп'ютерних засобів, а також перевірка їхньої ефективності на практиці. У процесі дослідження були виявлені основні проблеми й труднощі навчання математики учнів 7–9 класів та визначені спрямування та засоби їхнього подолання: розробки методики використання в освітньому процесі інтерактивних комп'ютерних засобів навчання математики та створення дидактичних засобів (інтерактивних плакатів) прикладного спрямування на основі педагогічного програмного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів». Підхід ґрунтувався на застосуванні засобів різних рівнів інтерактивності, що включали авторські розробки структурно-логічних схем занять з алгебри та геометрії для подання навчальної інформації на уроках та перевірку педагогічної ефективності методичних підходів, прийомів і способів. З метою виявлення ефективності запропонованої методичної системи розвитку пізнавальної активності учнів середньої школи у процесі навчання математики з використанням інтерактивних комп'ютерних засобів та для перевірки основних положень наукового дослідження впродовж 2018–2021 років було проведено педагогічний експеримент на базі низки закладів загальної середньої освіти Запорізької та Херсонської областей, до якого було залучено 404 учні 7–9 класів: 180 учнів експериментальних класів і 204 учні – контрольних класів.

Серед методів досліджень на цьому етапі використовувались: анкетування, тестування учнів, спостереження процесу навчання математики, бесіди з учнями та вчителями математики, статистичне опрацювання даних.

Після завершення навчання здійснювався контроль навчальних досягнень учнів експериментальних і контрольних класів. В одних навчальний матеріал подавався із використанням запропонованої методики використання комп'ютерних засобів та активним використанням навчально-методичного комплексу, в інших – за звичайною методикою та з використанням традиційних засобів навчання.

Для оцінки рівня засвоєння навчального матеріалу нами було проведено

контроль навчальних досягнень серед учнів експериментальних та контрольних груп. Нами запропонована методика оцінки впливу використання комп'ютерних засобів до вивчення окремих тем і розділів математики у 7–9 класах ЗЗСО, які забезпечать підвищення рівня мотивації учнів до вивчення предмета та зниження рівня математичної тривожності учнів. Відповідно до мети та умов наукового дослідження ефективності використання комп'ютерних засобів, виокремлено показники розвитку пізнавальної активності учнів 7–9 класів гімназій у процесі навчання математики з використанням комп'ютерних засобів: *мотиви навчання учнів у школі; інтерес до вивчення математики (алгебри та геометрії); успішність у вивченні математики (алгебри та геометрії); мотивація до вивчення математичних дисциплін; математична тривожність.*

Інтерес до вивчення алгебри та геометрії та успішність у вивченні математичних дисциплін вимірювалися за розробленими нами шкалами самооцінки цікавості та успішності (за шкалою Лайкерта). *Мотиви навчання учнів в школі* діагностовано методикою В. Галузьяк, І. Холковської [1]. Методика дає змогу дослідити 7 груп мотивів навчання в школі: пізнавальні, комунікативні, емоційні, саморозвитку, позиції школяра, досягнення, зовнішні за чотирибальною оцінкою значущих причин, які спонукають вчитися у школі (1 бал – майже не має значення; 2 бали – має певне значення; 3 бали – має суттєве значення; 4 бали – дуже важливо). *Мотивація до вивчення конкретних дисциплін, а саме – математичних*, має певну специфіку, тому, оскільки наразі немає вітчизняних методик діагностики мотивації навчання школярів математики, нами було перекладено з англійської мови та адаптовано методикою Ю. Закарія та М. Баратуччі «Шкала математичної мотивації» [19].

Опитувальник містить 24 судження, які потрібно оцінити в балах від 1 до 5, відповідаючи на запитання: «Наскільки ви згодні або незгодні з твердженнями, що наведені нижче? Дайте відповідь, виходячи з того, що 1 – абсолютно не згодні, 2 – не згодні, 3 – важко сказати, 4 – згодні, 5 – повністю згодні». Методика має 5 шкал: 1. Самоефективність: впевненість у власній спроможності досягати успіху у вивченні математики («Я сподіваюся на успіх в математиці», «Я думаю що зможу використовувати те, що вивчаю з математики, для вивчення інших предметів», «Під час контрольної з математики я відчуваю себе найбільш задоволеним, коли отримую високий бал»); 2. Внутрішня мотивація: внутрішньо визначені цілі навчання математики («Розуміння тем математики для мене дуже важливо», «Якщо я можу, то я хочу отримати кращі оцінки в класі, ніж більшість інших учнів»); 3. Корисність математики для пізнання та саморозвитку («Мене дуже цікавить змістовна область математики», «Я вважаю, що вивчення математики важливо, оскільки це стимулює моє мислення»); 4. Важливість математики, її особистісна значущість («На уроці математики я віддаю перевагу темам, які справді кидають мені виклик, щоб я міг вчитися новому», «Я наполегливо вивчаю математику, тому що хочу представляти свою школу на олімпіадах»); 5. Зовнішня мотивація, зовнішньо визначені цілі («Я хочу добре навчатися математиці, тому що важливо показати свої здібності своїй родині, друзям чи іншим», «Я можу добре справлятися з математикою, якщо мої батьки зроблять мені якісь подарунки», «Я хочу отримати хорошу оцінку з математики, щоб не розчарувати своїх батьків та вчителів»). *Математичну тривожність школярів* діагностовано перекладеною та адаптованою нами методикою Ю. Закарія «Шкала математичної тривожності» [18].

Автор визначає математичну тривогу як страх, напруження, невпевненість стосовно дій, що пов'язані із маніпулюванням математичними поняттями і які заважають успішності вивчення математики. Опитувальник містить 21 твердження, кожне з яких оцінюється в балах від 1 до 5 під час відповідей на запитання: «Наскільки ви згодні або незгодні з твердженнями, що наведені нижче? Дайте відповідь, виходячи з того, що 1 – абсолютно не згодні, 2 – не згодні, 3 – важко сказати, 4 – згодні, 5 – повністю згодні». Методика має 2 шкали: «Труднощі у вивченні математики» та «Тривога стосовно вивчення математики». Перша шкала містить висловлювання, що акцентують труднощі у вивченні математики, наприклад: «Математика важка для мене», «Я не з тих, хто добре справляється з математикою», «За винятком кількох випадків, скільки б зусиль я не доклав, я не можу зрозуміти математику». Другу шкалу складають висловлювання, що описують стан тривоги-напруження під час навчання математики, наприклад: «Я завжди відчуваю страшне напруження на уроках математики», «Математика бентежить мене», «Я боюся задавати питання на уроці математики».

Для реалізації експериментальної процедури застосовано план двох рандомізованих груп на заняттях з математики в 7–9 класах із попереднім і підсумковим тестуванням, тобто план «претест – вплив – посттест» із експериментальною і контрольною групами. Відомо, що за такого експериментального плану природний розвиток й ефект тестування контролюються шляхом того, що вони однаково виявляються в експериментальній та контрольній групах, а ефекти складу груп і регресії контролюються за допомогою процедури рандомізації, що дозволяє виключити вплив індивідуальних особливостей досліджуваних на результат експерименту, а також гарантує рівну можливість кожному члену популяції стати учасником експерименту. У нашому випадку рандомізація, із зрозумілих обставин, здійснена не на індивідуальному рівні, а на груповому, тобто на рівні класів.

Результати експериментальної частини дослідження відображено на рис. 1 і 2.

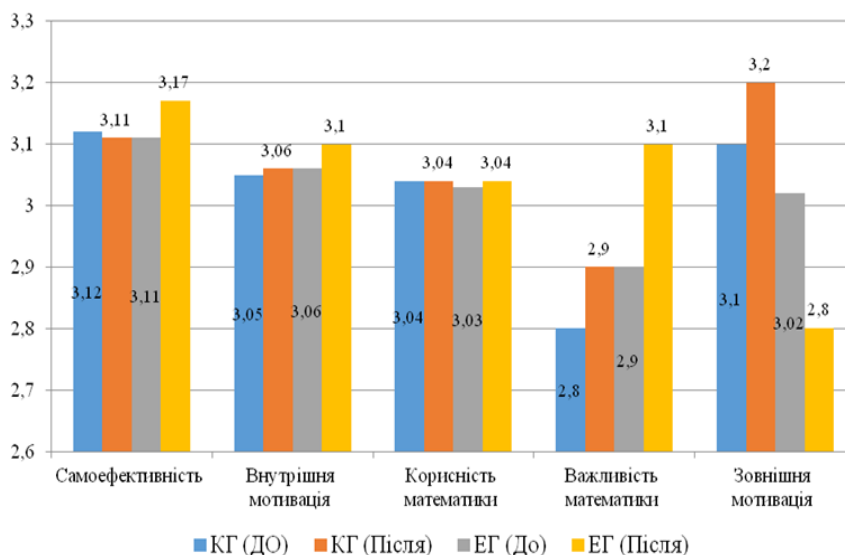


Рис. 1. Результати експериментального впливу на мотивацію вивчення математики

До проведення експериментального впливу найдієвішим мотиваційним чинником у навчанні учнів математики є «Самоефективність», решта мотиваційних чинників, а саме: «Внутрішня мотивація», «Корисність математики», «Зовнішня мотивація» та «Важливість математики», у статистичному сенсі менш впливові ($p \leq 0,05$; відмінності за W -критерієм Вілкоксона). Значущих відмінностей у показниках «Внутрішньої мотивації», «Корисності математики», «Зовнішньої мотивації» та «Важливості математики» не виявлено, ці показники статистично тотожні.

Аналіз розподілу оцінок після експериментального впливу на мотивацію вивчення математики (див. рис. 1) свідчить про наявність значущих відмінностей ($p \leq 0,05$) між показниками самоефективності, внутрішньої мотивації та зовнішньої мотивації до та після впливу в експериментальній групі (W -критерій Вілкоксона). Показники самоефективності та внутрішньої мотивації – зросли, а зовнішньої мотивації – зменшилися. У контрольній групі таких відмінностей не виявлено.

До проведення експериментального дослідження впливу встановлено, що показники загального балу методики та двох її субшкал («Труднощі у вивченні математики» та «Тривога стосовно вивчення математики») не залежать від віку учнів та класу, в якому вони навчаються, але мають статистичну тенденцію до відмінностей за статтю. Учениці, на відміну від учнів, більшою мірою тривожні при вивченні математики ($p \leq 0,1$; відмінності за U -критерієм Мана-Уїтні).

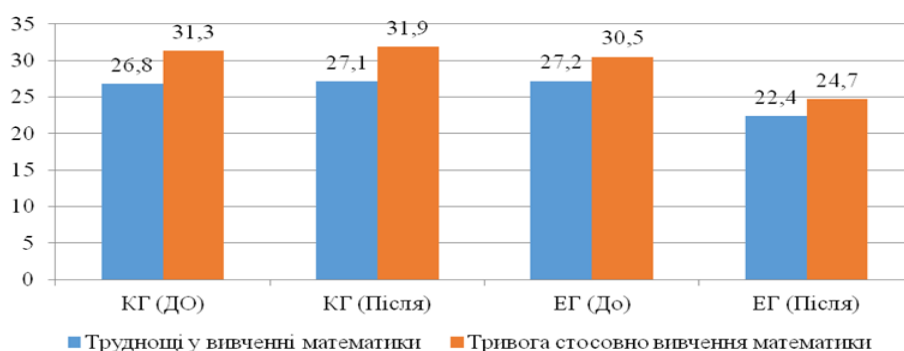


Рис. 2. Результати експериментального впливу на математичну тривожність

Аналіз розподілу оцінок після експериментального впливу на математичну тривожність (див. рис. 2) свідчить про наявність значущих відмінностей ($p \leq 0,05$) між показниками шкал «Труднощі у вивченні математики» і «Тривога стосовно вивчення математики» до та після впливу в експериментальній групі (W -критерій Вілкоксона). Показники за обома вказаними шкалами зменшилися. У контрольній групі таких відмінностей не виявлено.

У класах, де вивчення математики відбувалось із застосуванням традиційних методичних підходів, мотивація та інтерес учнів до уроків залишилися на попередньому рівні. У тих класах, де вивчення математики відбувалось з використанням комп'ютерних засобів, спостерігалась позитивна динаміка. Учням подобається, що в освітньому процесі використовуються звичні їм сучасні технічні засоби. Це не лише викликає в них інтерес, а й демонструє учням, що використовувати девайси можна і в освітніх цілях.

Результати свідчать, що в експериментальних класах рівень пізнавального інтересу зріс. У контрольних класах спостерігається незначне підвищення пізнавального інтересу. Це пов'язано, по-перше, з особливостями вивчення тем та їхнім практичним спрямуванням, по-друге, з тим, що учні контрольних та експериментальних груп (у межах одного закладу освіти) не є ізольованими та мають можливість обмінюватися враженнями та інформацією в позаурочний час.

Можемо констатувати, що методичні підходи до подання навчальної інформації на основі використання сучасних дидактичних засобів на основі інтерактивного контенту сприяли зміні типу мотивації, зростанню пізнавального інтересу та зниженні математичної тривожності, що позитивно відображається і на підвищенні рівня якості навчальних досягнень учнів.

Учителі, що брали участь в експерименті, зазначають, що застосування запропонованих автором дослідження дидактичних засобів сприяє підвищенню пізнавального інтересу, мотивації до навчання, а також зростанню рівня знань учнів. Окрім того, розроблені структурно-логічні схеми викладу навчальної інформації роблять процес вивчення математики більш цікавим, продуктивним, простішим. Таким чином, гіпотеза проведеного дослідження про те, що методика викладання математики, що ґрунтується на застосуванні комп'ютерних засобів з інтерактивним контентом, призводить до збільшення бажаних показників мотивації навчання математиці (самоефективності, внутрішньої мотивації) та до зниження показників математичної тривожності, знайшла емпіричне підтвердження.

Отже, отримані результати з підвищення мотивації учнів вказують на потребу деталізації багатьох дидактико-методичних аспектів використання сучасних цифрових засобів навчання на уроках математики. Перспективним напрямом подальшої роботи вбачаємо вивчення можливостей використання інтерактивного контенту в цифрових освітніх ресурсах в освітньому процесі та методичні розробки уроків із застосуванням різнорівневих багатofункціональних цифрових інтерактивних засобів для різних типів завдань на різних етапах уроків математики в школі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Галузяк В. М., Холковська І. Л. Педагогічна діагностика: курс лекцій. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 155 с.
2. Лукомська С. О. Особливості математичної тривожності сучасних школярів. *Особистість у кризових умовах та критичних ситуаціях життя: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф.* (Суми, 28.02.2019 – 01.03.2019). Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. С. 291–293.
3. Морзе Н. В., Вембер В. П. Як визначити педагогічну цінність електронних засобів навчального призначення? *Директор школи, ліцею, гімназії*. 2007. № 4. С. 31–36.
4. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Формувальне оцінювання: від теорії до практики. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2013. № 6. С. 45–57. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33688458.pdf> (дата звернення: 09.10.2021).
5. Морзе Н. В., Мостіпан О. І. Методи навчально-педагогічної діяльності вчителя щодо спрямування роботи учнів при використанні інформаційних технологій навчання. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2003. Вип. 7. С. 48–56.
6. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики: монографія. Черкаси, 2005. 400 с.
7. Богданова О. Е. [и др.] Феномен математической тревожности в образовании. *Теоретическая и экспериментальная психология*. 2013. Т. 6. № 4. С. 6–17. URL: https://research.gold.ac.uk/20689/1/Bogdanova%20Kovas%202013_open%20access.pdf (дата звернення: 27.02.2020).

8. Фефілова Т. В., Шевченко Ю. М., Шкільова Г. М. Автентичні математичні задачі для диференційованого викладання в інклюзивному класі. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького*. Серія: Педагогіка. 2019. Вип. 2(23). С. 140–145.
9. Чи справді є нездібні до математики люди? Освіта нова. URL: <https://osvitanova.com.ua> (дата звернення: 09.10.2021).
10. Aarnos E., Perkkilä P. Early signs of mathematics anxiety? *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2012. Vol. 46. P. 1495–1499. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812014577/pdf?md5=995562399c3f22885a98ddc03e4750dc&pid=1-s2.0-S1877042812014577-main.pdf> (дата звернення: 09.10.2021).
11. Eden C., Heine A. & Jacobs A. Mathematics Anxiety and Its Development in the Course of Formal Schooling – A Review. *Psychology*. 4. P. 27–35. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Mathematics-Anxiety-and-Its-Development-in-the-of-Eden-Heine/2f562a2c4f4b64094b1b996f482337d10ba73f4e> (дата звернення: 09.10.2021).
12. Furner J., Gonzalez-DeHass A. How do Students' Mastery and Performance Goals Relate to Math Anxiety? *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 2011. Vol. 7. № 4. P. 227–242. URL: <https://www.ejmste.com/article/how-do-students-mastery-and-performance-goals-relate-to-math-anxiety-4222> (дата звернення: 09.10.2021).
13. Geist E. The Anti-Anxiety Curriculum: Combating Math Anxiety in the Classroom. *Journal of Instructional Psychology*. 2010. Vol. 37. № 1. P. 24–31. URL: <https://www.andrews.edu/sed/gpc/faculty-research/montagano-research/the-anti-anxiety-cur.pdf> (дата звернення: 09.10.2021).
14. Legg A., Locker L. Math Performance and Its Relationship to Math Anxiety and Metacognition. *North American Journal of Psychology*. 2009. Vol. 11. № 3. P. 471–486. URL: http://www.academia.edu/25623050/Math_performance_and_its_relationship_to_math_anxiety_and_metacognition (дата звернення: 09.10.2021).
15. PISA-2012: Результати: Готові до навчання. URL: https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/06/PISA_in-focus_48.pdf/ (дата звернення: 09.10.2020).
16. Rossnan S. Overcoming math anxiety. *Mathitudes*. 2006. Vol. 1. № 1. P. 1–4. URL: <http://www.fau.edu/education/centersandprograms/mathitudes/documents/math-anxiety-research-paper-2.pdf> (дата звернення: 09.10.2021).
17. Shkilyova G., Dubiaga S., Shevchenko Y. The use of instruments of formative assessment of the junior pupils progress at the math lessons at primary school. *Педагогічний процес: теорія і практика*. 2015, 5–6(50–51). P. 43–47.
18. Zakariya Y. F. Development of mathematics anxiety scale: factor analysis as a determinant of subcategories. *Journal of Pedagogical Research*. 2018. 2(2). P. 135–144.
19. Zakariya Y. F., Barattucci M. Development of mathematics motivation scale: A preliminary exploratory study with a focus on secondary school students. *International Journal of Progressive Education*. 2021. 17(1). P. 314–324.

REFERENCES

1. Haluziak, V. M., Kholkovska, I. L. (2015). *Pedahohichna diahnostyka: Kurs leksii*. Vinnytsia: TOV “Nilan LTD” [in Ukrainian].
2. Lukomska, S. O. (2019). *Osoblyvosti matematychnoi tryvozhnosti suchasnykh shkoliariv. Osobystist u kryzovykh umovakh ta krytychnykh sytuatsiyakh zhyttia: proceedings of the 5th Scientific and Practical Conference*. Sumy: Vyd-vo SumDPU imeni A. S. Makarenka, 291–293 [in Ukrainian].
3. Morze, N. V., Vember, V. P. (2007). *Yak vyznachyty pedahohichnu tsinnist elektronnykh zasobiv navchalnoho pryznachennia? Dyrektor shkoly, litseiu, himnazii – The Head of the school, lyceum, gymnasium, 4, 31–36* [in Ukrainian].
4. Morze, N. V., Barna, O. V., Vember, V. P. (2013). *Formuvalne otsiniuvannia: vid teorii do praktyky. Informatyka ta informatsiini tekhnolohii v navchalnykh zakladakh – Informatics and Information technologies in educational institutions, 6, 45–57*. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33688458.pdf> [in Ukrainian].
5. Morze, N. V., Mostipan, O. I. (2003). *Metody navchalno-pedahohichnoi diialnosti vchytelia shchodo sprivmuвання roboty uchniv pry vykorystanni informatsiinykh tekhnolohii navchannia. Naukovyi chasopys*

- NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriya 2. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia – Scientific journal of NPU named after M. P. Dragomanov. Series 2. Computer-based learning systems, 48–56* [in Ukrainian].
6. Tryus, Yu. V. (2005). Kompiuterno-orientovani metodychni systemy navchannia matematyky. Cherkasy [in Ukrainian].
 7. Bogdanova, O. E. [et al.] Fenomen matematicheskoy trevozhnosti v obrazovanii. *Teoreticheskaya i eksperimentalnaya psihologiya*. URL: https://research.gold.ac.uk/20689/1/Bogdanova%2C%20Kovas%202013_open%20access.pdf [in Russian].
 8. Fefilova, T. V., Shevchenko, Yu. M., Shkilova, H. M. (2019). Avtentychni matematychni zadachi dlia dyferentsiiovanoho vykladannia v inkluzyvnomu klasi [Authentic mathematical problems for differentiated teaching in an inclusive classroom.]. *Naukovyi visnyk Melitopolskoho derzhavnogo pedahohichnogo universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho. Seriya: Pedahohika – Scientific Bulletin Melitopol State Pedagogical University. Series: Pedagogy, issue 2(23), 140–145* [in Ukrainian].
 9. Chy spravdi e nezdybni do matematyky liudy? *Osvita nova*. URL: <https://osvitanova.com.ua> [in Ukrainian].
 10. Aarnos, E., Perkkilä, P. (2012). Early signs of mathematics anxiety? *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. Vol. 46, 1495–1499. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812014577/pdf?md5=995562399c3f22885a98ddc03e4750dc&pid=1-s2.0-S1877042812014577-main.pdf>
 11. Eden, C., Heine, A. & Jacobs, A. Mathematics Anxiety and Its Development in the Course of Formal Schooling – A Review. *Psychology, 4*, 27–35. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Mathematics-Anxiety-and-Its-Development-in-the-of-Eden-Heine/2f562a2c4f4b64094b1b996f482337d10ba73f4e>
 12. Furner, J., Gonzalez-DeHass, A. (2011). How do Students' Mastery and Performance Goals Relate to Math Anxiety? *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. Vol. 7, 4, 227–242. URL: <https://www.ejmste.com/article/how-do-students-mastery-and-performance-goals-relate-to-mathanxiety-4222>
 13. Geist, E. (2010). The Anti-Anxiety Curriculum: Combating Math Anxiety in the Classroom. *Journal of Instructional Psychology*. Vol. 37, 1, 24–31. URL: <https://www.andrews.edu/sed/gpc/faculty-research/montagano-research/the-anti-anxiety-cur.pdf>
 14. Legg, A., Locker, L. (2009). Math Performance and Its Relationship to Math Anxiety and Metacognition. *North American Journal of Psychology*. Vol. 11, 3, 471–486. URL: http://www.academia.edu/25623050/Math_performance_and_its_relationship_to_math_anxiety_and_metacognition
 15. PISA-2012: Rezultaty: Hotovi do navchannia. URL: https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/06/PISA_in-focus_48.pdf [in Ukrainian].
 16. Rosnnan, S. (2006). Overcoming math anxiety. *Mathitudes*. Vol. 1, 1, 1–4. URL: <http://www.fau.edu/education/centersandprograms/mathitudes/documents/math-anxiety-research-paper-2.pdf>
 17. Shkilyova, G., Dubiaga, S., Shevchenko, Y. M. (2015). The use of instruments of formative assessment of the junior pupils' progress at the math lessons at primary school. *Pedahohichnyi protses: teoriia i praktyka – Pedagogical protest: theory and practice, 5–6(50–51), 43–47*.
 18. Zakariya, Y. F. (2018). Development of mathematics anxiety scale: factor analysis as a determinant of subcategories. *Journal of Pedagogical Research, 2(2), 135–144*.
 19. Zakariya, Y. F., Barattucci, M. (2021). Development of mathematics motivation scale: A preliminary exploratory study with a focus on secondary school students. *International Journal of Progressive Education, 17(1), 314–324*.