

УДК 159.9.07

DOI 10.23951/2307-6127-2021-2-189-198

АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛЯЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРЕВОЖНОСТИ

Д. М. Маценуро, Е. А. Есипенко, О. В. Терехина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

Представлен феномен математической тревожности и рассмотрены методы, позволяющие регулировать данный вид тревожности, способы их реализации, а также потенциальное применение с точки зрения их эффективности и надежности. Описанные методы практически не проверялись на российских выборках, в связи с этим требуется их дальнейшее изучение и экспериментальная верификация, а также апробация в условиях образовательного процесса. Новая реальность смешанного и онлайн-обучения может способствовать развитию математической тревожности и привести к увеличению количества школьников, испытывающих дискомфорт при работе с числовой информацией. Это требует переосмысления и усовершенствования методов ее регуляции.

Ключевые слова: математическая тревожность, STEM, методы регуляции.

Согласно Стратегии научно-технологического развития РФ, в настоящее время стоит задача по выходу России в мировые лидеры научно-технологического развития. Среди наиболее значимых показателей указаны «рост требований к квалификации исследователей, международная конкуренция за талантливых высококвалифицированных работников и привлечение их в науку, инженерию, технологическое предпринимательство» [1]. Можно сказать, поставлена государственная задача: стимулировать желание обучаться и работать по направлениям Science (естественные науки), Technology (технологии), Engineering (инженерия), Mathematics (математика), или STEM [2].

Некоторые учащиеся избегают занятия математикой и не желают продолжать обучение по образовательным программам с математическим уклоном [3]. Одной из причин этому может быть математическая тревожность (МТ) – неблагоприятная эмоциональная реакция на математику или перспективу ей заниматься [4], выражающаяся в чувстве сильного беспокойства и неловкости, связанным с математикой и сложностями в оперировании числами, которые встречаются как в процессе обучения, так и в бытовых ситуациях [5]. Актуальность изучения математической тревожности обусловлена приоритетами экономического развития и потребностью в специалистах из области STEM. Основные исследования в данном ключе ведутся с 1970-х гг. Несмотря на достаточно продолжительную исследовательскую историю, феномен математической тревожности в полной мере не изучен.

G. Ramirez и соавт. в своем последнем обзоре обобщили актуальные исследования, проведенные за рубежом, и пришли к выводу, что причинами МТ являются слабые математические навыки, генетическая предрасположенность и социально-средовые факторы [6]. Для обучающихся с высокой МТ математика не просто вызывает чувство неприязни или беспокойства, это состояние также влияет на физиологические показатели, такие как сердцебиение, активация нервной системы и выделение кортизола [6]. К значимым факторам, влияющим на МТ, можно отнести особенности школьной среды, включая самооценку педагога, требования к обучающимся, уровень МТ самих учителей, а также семейной среды. К ним относятся представления родителей о способностях ребенка, взглядах на образовательный процесс, отношение родителей к математике [4]. Так, по результатам исследований, у людей с более высоким уровнем МТ в среднем наблюдается более низкая успеш-

ность в решении математических заданий [4]. Эта прослеживаемая связь между МТ и достижениями в области математики делает особенно актуальным изучение способов регуляции МТ у школьников и студентов. В данной статье представлен обзор некоторых из существующих методов. Обзор может быть полезным для всех участников образовательного процесса: педагогов, обучающихся, родителей, психологов.

Проведенный анализ русскоязычных публикаций показал очень небольшое количество статей по данной теме и отсутствие комплексных работ, представляющих весь спектр методов регуляции МТ. Так, в период с 1985 по 2020 г. по ключевым словам «математическая тревожность» и «регуляция» в базе Google Scholar найдено только восемь статей, в базе Scopus – ни одной. На английском языке за этот же период опубликовано большое количество исследований: по поисковому запросу «math anxiety» and «regulation» найдено 968 (Scopus) и 5 010 (Google Scholar) публикаций соответственно.

Использование термина «регуляция» вместо «снижения» обосновано тем, что математическая тревожность не всегда приводит к негативным последствиям. Например, при наличии высокой мотивации более высокая МТ может приводить к более высоким достижениям в математике [4].

Согласно последним обзорам на русском [4] и английском языках [6], одной из практик регуляции МТ выступает экспрессивное письмо (анализ и вербализация тревожных мыслей). Данный метод является простой техникой, побуждающей людей свободно писать о своих мыслях и чувствах относительно важного стрессора, с которым они сталкиваются. Эта техника уменьшает негативные мысли и размышления у людей с высоким уровнем тревожности [7]. Для регуляции математической тревожности людям необходимо в течение определенного времени описать, как можно более открыто, свои мысли и чувства относительно математических задач, которые им предстоит решать. Важно, чтобы люди не чувствовали стеснения и постарались сконцентрироваться на своих эмоциях и мыслях, связанных с работой над математическими заданиями. Кроме того, им предлагается вспомнить, что они чувствовали во время аналогичных ситуаций в школе или в других ситуациях, связанных с вычислениями, и описать это настолько открыто, насколько возможно. В ряде исследований данная техника позволила снизить разницу при решении математических задач между группами высоко- и низкотревожных участников [8]. Однако эффективность экспрессивного письма не была воспроизведена на большей выборке, когда количество участников составило 66 человек, по сравнению с оригинальным исследованием, в котором участвовали только 20 человек [4].

Другой метод регуляции связан с переоценкой отношения к математической тревожности. В исследованиях показано, что участники, которым перед выполнением задания рассказывали о пользе тревожности [9], например, что ее физиологические проявления (потные ладони, учащенное сердцебиение) улучшают их мышление, а это может повысить результаты теста, более позитивно относились к своей тревоге и считали ее полезной, а не изнуряющей и мешающей. Кроме того, когда учащиеся рассматривают тест по математике как вызов, а не как угрозу, это положительно влияет на их результаты [6].

В исследованиях показано, что математическую тревожность можно регулировать при помощи таких методов, как медитация, релаксация и осознанность [10]. Медитация – это ментальная тренировка, которая нацелена на единение разума, тела и духа. Она помогает достичь баланса, расслабления и самоконтроля в дополнение к развитию сознания. Релаксация, представляющая собой состояние покоя при расслаблении всех или некоторых мышц, скорее является частью медитативной практики и проявлением ее физического действия [11].

Медитативная тренировка может смягчить влияние тревоги и стресса на психологическое и физиологическое функционирование человека [12]. Кроме того, показана эффективность разных видов релаксации (включая дыхательные упражнения) в отношении математических вычислений и работоспособности в целом [12, 13].

Показано, что одним из краткосрочных эффектов медитации является изменение силы связей между различными функциональными сетями головного мозга [14]. Известно, что кратковременные сеансы неглубокой релаксации обеспечивают восстановление организма, оптимизацию его функционального состояния, улучшение работоспособности, повышение прочности запечатления информации и уровня креативности мышления [15]. В одном из экспериментальных исследований было установлено, что длительные сеансы направленной релаксации (3 недели) даже оказались несколько эффективнее по сравнению с тренировкой математических навыков [16]. К релаксации можно отнести ароматерапию, которая улучшает настроение и качество математических вычислений при повышении электрической активности головного мозга в бета-диапазоне [17], а также снижает тревожность перед экзаменом [18]. Одним из современных подходов для снижения тревожности и повышения эмоционального благополучия является практика осознанности (англ. Mindfulness) [19–21]. Данная практика используется, в том числе, и для снижения математической тревожности. Например, в пилотном исследовании показано, что она не только уменьшила математическую тревожность, но также повысила математическую эффективность у студентов колледжа [22]. Важно заметить, что существуют исследования, которые говорят об отсутствии эффекта медитации и релаксации как на состояние в целом, так и на математическую тревожность [23, 24].

Еще одним методом регуляции МТ может выступать арт-терапия. К одному из методов арт-терапии относится рисование (окрашивание) мандал [25], которое применяется с целью улучшения эмоционального фона, увеличения концентрации внимания, достижения спокойствия, развития эмпатических способностей благодаря терапевтической и медитативной природе [26]. Данный метод начали использовать и для регуляции МТ [27, 28]. Например, в исследовании L. R. Salazar проверялась эффективность окраски мандалы для снижения уровня математической тревожности студентов бизнес-курсов в США [27]. Результаты показали, что раскрашивание предварительно нарисованной или структурированной мандалы со сложными симметричными геометрическими узорами и свободное раскрашивание неструктурированного круга мандалы в течение пятнадцати минут снижали математическую тревожность, в том числе по сравнению с рисованием на белом листе бумаги. Однако не было обнаружено достоверных различий между влиянием раскрашивания предварительно нарисованной (структурированной) и неструктурированной мандалы, что не согласуется с результатами исследования других ученых [28].

Еще один вид регуляции связан с влиянием музыки на психоэмоциональное состояние человека. Музыкальная терапия для различных расстройств получила большое распространение; например, в 1971 г. была создана Американская ассоциация музыкальной терапии. Позитивные свойства релаксационной музыки при восстановлении после стрессовой ситуации были подтверждены экспериментальными исследованиями [29]. Так, в одном исследовании изучалось применение методов музыкотерапии для снижения математической тревожности у студентов. Результаты показали различия между условиями с использованием успокаивающей музыки и без нее в отношении реактивной тревожности и математической тревожности. В то же время физиологических изменений (артериальное давление, частота сердцебиения) обнаружено не было [30].

Еще одним методом, позволяющим формировать среду, в которой обучающиеся могут чувствовать себя комфортно и выражать свое отношение к математике, является библиотерапия. Библиотерапия – это чтение определенной литературы, нацеленное на эффективные изменения и способствующее формированию и развитию личности. Изучению и использованию библиотерапии для стабилизации психологического состояния посвящено значительное количество работ российских и зарубежных авторов, в основном фокусирующихся на оказании эмоциональной поддержки студентам посредством чтения текстов о математической тревожности или тревожности в целом, которые отражают их чувства и эмоции [31]. Например, в одном исследовании [32] приводится примерный план урока, основанный на детской книге «Математическое проклятие» [33]. После прочтения отрывка учитель проводит его обсуждение. Цель методики состоит в том, чтобы позволить студентам рассказать о своих переживаниях и чувствах и, что важно для педагога, – проявить эмпатию. Методика направлена на то, чтобы помочь обучающимся увидеть математику как инструмент, облегчающий жизнь.

Более сложными для реализации в рамках учебного процесса являются психофизиологические методы, которые требуют соответствующего оснащения оборудованием и привлечения квалифицированных специалистов для работы с ним. В нескольких экспериментальных исследованиях использовался метод транскраниальной электрической стимуляции. Это неинвазивный метод стимуляции мозга посредством слабого электрического воздействия (0,5–2 мА) на кору головного мозга. Например, в одном исследовании было показано, что у группы людей с высокой тревожностью транскраниальная электрическая стимуляция способствовала более быстрым арифметическим решениям по сравнению с фиктивной стимуляцией, а для группы с низким уровнем тревожности по математике, напротив, данный вид стимуляции ухудшил время реакции арифметических решений по сравнению с фиктивной. Результаты свидетельствуют о том, что стимуляция может быть полезной для одних групп, а для других не только не дать эффекта, но привести к противоположному результату [34].

Рассмотренные в данной статье исследования позволяют говорить о широком спектре методов регуляции математической тревожности. Несмотря на оптимистичные результаты, механизмы действия перечисленных методов в отношении математической тревожности до конца не изучены. Результаты исследований методов снижения МТ нередко противоречивы и вариативны и, как следствие, нуждаются в дополнительном изучении с привлечением объективных физиологических и нейрофизиологических методов, а также репликации на разных выборках обучающихся (школьники, студенты), в различных образовательных и культурных контекстах, включая российские выборки. Методы регуляции также требуют апробации в реальных условиях образовательного процесса. Кроме того, еще одной актуальной тематикой, на которую мало обращают внимание, выступает исследование эффектов методов регуляции в зависимости от индивидуальных особенностей участников.

В заключение хотелось бы отметить, что результаты исследований зарубежных авторов послужили основанием для внедрения практик по снижению математической тревожности в образовательный процесс на уровне отдельных учебных заведений и даже государств. В свободном доступе представлены отдельные программы по снижению МТ, например Центр Cuemath (<https://www.cuemath.com/>), который предлагает работу с базовыми математическими навыками. На данном сайте доступны рекомендации, как вести себя родителям и учителям во время обучения математике, чтобы минимизировать развитие математической тревожности. Отмечается, что у учащихся часто развивается математическая тревожность в школах, в том числе при обучении у педагогов, которые сами беспокоятся о своих

математических способностях в определенных областях. Среди главных причин у детей, которые негативно настроены к математике, выделяют неспособность визуализировать и воспринимать основные математические понятия, использование «зубрежки», навязывание негативных оценочных характеристик, таких как «слабый ученик» или «слабый в математике», стресс и давление, отсутствие поддержки со стороны учителя. Некоторые родители также внушают ребенку, что это нормально – не быть хорошим математиком, поскольку есть много других альтернативных направлений деятельности в будущем. Это приводит к тому, что ребенок не пытается изучать математику должным образом и продолжает испытывать математическую тревожность. Вот что в данном случае предлагается на сайте: *Обучая ребенка, всегда старайтесь подчеркнуть, как он может овладеть предметом с точки зрения понимания и практики. Не создавайте у ребенка негативного впечатления, что математика – очень сложный предмет. Убедитесь, что ребенок имеет абсолютно непредвзятое мнение по этому вопросу. Если ребенок сталкивается с трудностями в понимании математики или в решении математических задач, не теряйте терпения и ни в коем случае не ругайте его. Объясняйте темы неоднократно или пересматривайте старые уроки до тех пор, пока ребенок не приобретет необходимую уверенность. Если ребенок не в состоянии понять какой-то конкретный урок, то необходимо проявить творческий подход. Найдите более простой способ объяснить, используя простые примеры того, что ребенок видит в своей повседневной жизни. Никогда не заставляйте ребенка учить математику, вместо этого постарайтесь сделать процесс обучения как можно более приятным для ребенка. Дайте ребенку столько времени, сколько ему потребуется, чтобы понять и запомнить тему. Не навязывайте ребенку свои ожидания от оценок. Поощряйте ребенка исследовать ошибки.*

В русскоязычных ресурсах такие рекомендации отсутствуют. Например, на сайте для школьников, студентов, учителей и для всех, кто интересуется математикой, Math4school (<http://math4school.ru/sites.html>) в открытом доступе представлены материалы для подготовки к экзаменам (книги, видеолекции), занимательные математические факты, цитаты и афоризмы, различные по уровню и тематике задачи, разбор ошибок, которые часто встречаются в работах учащихся; отдельные истории из жизни ученых (великих математиков, живших до нашей эры и позже) и галерея с портретами математиков, а также калькулятор и решение квадратных уравнений онлайн. Сайт является авторским проектом, создан с целью популяризации математических знаний и методов математического мышления у школьников, однако в нем нет информации о предупреждении математической тревожности.

Для педагогов, преподающих курсы с математическим содержанием на всех ступенях образования, важно учитывать негативное влияние аффективных факторов на процессы преподавания/обучения математике и включать программы, смягчающие этот эффект и повышающие академическую успеваемость. Так, зная факторы, которые влияют на МТ (педагогические, социальные, личностные), можно применять различные краткосрочные и долгосрочные методы, которые помогут нивелировать отрицательные эффекты тревожности и повысить академическую успеваемость и, как следствие, повлиять на увеличение количества специалистов в STEM.

Новые условия смешанного и онлайн-обучения, с которыми столкнулась система образования всего мира в связи с пандемией COVID-19, могут усиливать математическую и другие виды академической тревожности учащихся. Часть предложенных методов может быть косвенно применена и к другим видам «академической тревожности» (тревожности, вызываемой и испытываемой учащимися для каждой конкретной дисциплины) [35]. Мето-

дики, которые ранее рассматривались преимущественно в ненаучном контексте, могут открыть новые возможности для регуляции психоэмоциональных состояний, связанных с разными видами тревожности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-013-00742.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 01.09.2020).
2. Чемяков В. Н., Крылов Д. А. STEM – новый подход к инженерному образованию // Вестн. Марийского гос. ун-та. 2015. Т. 20, № 5. С. 59–64.
4. Руденко М., Родич М., Купер Е., Колиенко Т. В., Шарафиева К. Р., Гынку Е. И., Акимова К. К., Богданова О. Е., Чжоу К., Ковас Ю. В. Математическая тревожность, пространственные способности и математическая успешность: кросс-культурное исследование детей младшего школьного возраста в России и Великобритании // Теоретическая и экспериментальная психология. 2013. Т. 6, № 4. С. 18–26.
4. Будакова А. В., Лиханов М. В., Блониевски Т., Малых С. Б., Ковас Ю. В. Математическая тревожность: этиология, развитие и связь с успешностью в математике // Вопросы психологии. 2020. Т. 66, № 1. С. 109–119.
5. Richardson F. C., Suinn R. M. The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data // Journal of Counseling Psychology. 1972. Vol. 19 (6). P. 551–554. DOI: 10.1037/h0033456.
6. Ramirez G., Shaw S. T., Maloney E. A. Math Anxiety: Past Research, Promising Interventions, and a New Interpretation Framework // Educational Psychologist. 2018. Vol. 53 (3). P. 145–164. DOI: 10.1080/00461520.2018.1447384
7. Graf M. C., Gaudiano B. A., Geller P. A. Written Emotional Disclosure: a Controlled Study of the Benefits of Expressive Writing Homework in Outpatient Psychotherapy // Psychotherapy Research: Journal of the Society for Psychotherapy Research. 2008. Vol. 18 (4). P. 389–399.
8. Park D., Ramirez G., Beilock S. L. The role of expressive writing in math anxiety // Journal of Experimental Psychology: Applied. 2014. Vol. 20 (2). P. 103–118.
9. Jamieson J. P., Mendes W. B., Blackstock E., Schmeider T. et al. Turning the knots in your stomach into bows: Reappraising arousal improves performance on the GRE // J. Exp. Soc. Psychol. 2010. Vol. 46 (1). P. 208–212.
10. Van Dam N. T., van Vugt M. K., Vago D. R. et al. Mind the Hype: A Critical Evaluation and Prescriptive Agenda for Research on Mindfulness and Meditation // Perspectives on Psychological Science. 2018. Vol. 13 (1). P. 36–61. DOI: 10.1177/1745691617709589
11. Sampaio C. V., Lima M. G., Ladeia A. M. Meditation, Health and Scientific Investigations: Review of the Literature // Journal of Religion and Health. 2017. Vol. 56 (2). P. 411–427. DOI: 10.1007/s10943-016-0211-1
12. Cahn B. R., Polich J. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies // Psychol. Bull. 2006. Vol. 132 (2). P. 180–211. DOI: 10.1037/0033-2909.132.2.180
13. Bamber M., Schneider J. Mindfulness-Based Meditation to Decrease Stress and Anxiety in College Students: A Narrative Synthesis of the Research // Educational Research Review. 2015. Vol. 18. P. 1–32. DOI: 10.1016/j.edurev.2015.12.004
14. Shastri V., Hankey A., Sharma B., Patra S. Efficacy of vedic mathematics and yogic breathing in school children: A pilot study // International Journal of Yoga – Philosophy, Psychology and Parapsychology. 2016. Vol. 4. DOI: 10.4103/ijny.ijoyppp_3_16
15. Taren A. A., Gianaros P. J., Greco C. M., Lindsay E. K., Fairgrieve A., Brown K. W., Rosen R. K., Ferris J. L., Julson E., Marsland A. L., Creswell J. D. Mindfulness Meditation Training and Executive Control Network Resting State Functional Connectivity: A Randomized Controlled Trial // Psychosomatic Medicine. 2017. Vol. 79 (6). P. 674–683. DOI: 10.1097/PSY.0000000000000466
16. Gorev A., Kovaleva A., Panova E., Gorbacheva A. Brain activity during different stages of the relaxation process // Fiziologija cheloveka. 2012. Vol. 38. P. 16–23.
17. Bander R. S., Russell R. K., Zamostny K. P. A comparison of cue-controlled relaxation and study skills counseling in the treatment of mathematics anxiety // Journal of Educational Psychology. 1982. Vol. 74 (1). P. 96–103.

18. Diego M. A., Jones N. A., Field T., Hernandez-Reif M., Schanberg S., Kuhn C., McAdam V., Galamaga R., Galamaga M. Aromatherapy positively affects mood, EEG patterns of alertness and math computations // *The International Journal of Neuroscience*. 1998. Vol. 96 (3–4). P. 217–224.
19. Henslee A. M., Klein B. Using Brief Guided Imagery to Reduce Math Anxiety and Improve Math Performance: A Pilot Study // *Journal of STEM Education*. 2017. Vol. 18 (4). URL: <https://www.learntechlib.org/p/181995/> (дата обращения: 01.11.2020).
20. Осин Е. Н., Турилина И. И. Краткосрочные эффекты от онлайн-практики медитации осознанности // *Экспериментальная психология*. 2020. Т. 13, № 1. С. 51–62. DOI: 10.17759/exppsy.2020130104
21. Иодо О. И. Десакрализация медитации: маиндфулнес как новый терапевтический инструмент // *Актуальные проблемы гуманитарного образования: материалы V Междунар. науч.-практ. конф.* Минск: БГУ, 2018. С. 140–145.
22. Tashana S. S., Jared W. I Can Math!: Reducing Math Anxiety and Increasing Math Self-Efficacy Using a Mindfulness and Growth Mindset-Based Intervention in First-Year Students // *Community College Journal of Research and Practice*. 2019. Vol. 45 (7). P. 1–18. DOI: 10.1080/10668926.2019.1666063
23. Kutlu A., Yilmaz E., Çeçen D. Effects of aroma inhalation on examination anxiety // *Teaching and Learning in Nursing*. 2008. Vol. 3. P. 125–130. DOI: 10.1016/j.teln.2008.04.005
24. Niksirat K. Sa., Silpasuwanchai C., Hussien Ahmed M. M., Cheng P., Ren X. 2017. A Framework for Interactive Mindfulness Meditation Using Attention-Regulation Process // *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM. 2017. P. 2672–2684. DOI: 10.1145/3025453.3025914
25. Curry N. A., Kasser T. Can Coloring Mandalas Reduce Anxiety? // *Art Therapy*. 2005. Vol. 22 (2). P. 81–85. DOI: 10.1080/07421656.2005.10129441
26. Савченко А. В., Ануфриенко Е. В. Коррекционная работа с умственно отсталыми подростками при помощи применения практики медитации с применением мандал // *Научная дискуссия современной молодежи: актуальные вопросы, достижения и инновации*. Благовещенск: БГПУ, 2019. С. 85–87.
27. Salazar L. R. Exploring the effect of coloring mandalas on students' math anxiety in business statistics courses // *Business, Management and Education*. 2019. Vol. 17. P. 134–151. DOI: 10.3846/bme.2019.11024
28. Carsley D., Heath N. L., Fajnerova S. Effectiveness of classroom mindfulness coloring activity for test anxiety in children // *Journal of Applied School Psychology*. 2015. Vol. 31 (3). P. 239–255. DOI: 10.1080/15377903.2015.1056925
29. Thoma M. V., La Marca R., Brönnimann R., Finkel L., Ehlert U., Nater U. M. The effect of music on the human stress response // *PloS One*. 2013. Vol. 8 (8). E70156. DOI: 10.1371/journal.pone.0070156
30. Gan S. K. E., Lim K. M. J., Haw Y. X. The relaxation effects of stimulative and sedative music on mathematics anxiety: A perception to physiology model // *Psychology of Music*. 2016. Vol. 44 (4). P. 730–741.
31. Furner J. M. Helping all Students Become Einstein's using Bibliotherapy when Teaching Mathematics to Prepare Students for a STEM World // *Pedagogical Research*. 2017. Vol. 2 (1), Is. 01. DOI: 10.20897/pedre.201701
32. Hébert T. P., Furner J. M. Helping High Ability Students Overcome Math Anxiety through Bibliotherapy // *Journal of Secondary Gifted Education*. 1997. Vol. 8 (4). P. 164–178.
33. Scieszka J., Smith, L. *Math curse*. New York: Viking Press, 1995.
34. Sarkar A., Dowker A., Cohen K. R. Cognitive enhancement or cognitive cost: trait-specific outcomes of brain stimulation in the case of mathematics anxiety // *The Journal of Neuroscience: the Official Journal of the Society for Neuroscience*. 2014. Vol. 34 (50). P. 16605–16610. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3129-14.2014
35. Tran T. T. T. A review of Horwitz, Horwitz and Cope's theory of foreign language anxiety and the challenges to the theory // *English Language Teaching*. 2012. Vol. 5 (1). P. 69–75. DOI: 10.5539/elt.v5n1p69

Мацепуро Дарья Михайловна, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Национальный исследовательский Томский государственный университет (пр. Ленина, 36, Томск, Россия, 634050).

E-mail: daria.matsepuro@mail.tsu.ru

Есипенко Елена Александровна, кандидат биологических наук, доцент, Национальный исследовательский Томский государственный университет (пр. Ленина, 36, Томск, Россия, 634050).

E-mail: esipenkoea@gmail.com

Терехина Ольга Владимировна, кандидат психологических наук, доцент, Национальный исследовательский Томский государственный университет (пр. Ленина, 36, Томск, Россия, 634050).

E-mail: doterekhina@mail.ru

Материал поступил в редакцию 12.01.2021

DOI 10.23951/2307-6127-2021-2-189-198

ESSENTIAL METHODS OF MATH ANXIETY REGULATION

D. M. Matsepuro, E. A. Esipenko, O. V. Terekhina

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

Math anxiety (MA) is a feeling of fear, worry and discomfort when working with numerical information. Students with a high level of math anxiety tend to avoid mathematics and further study in areas where mathematical knowledge is required. This leads to a shortage of applicants for technical and natural sciences. The development of MA can be caused by: poor mathematical skills, genetic predisposition, socio-environmental factors. In fact, some of the same genetic and environmental reasons affect both math ability and math anxiety. This paper discusses such methods of MA regulation as: expressive writing, reappraisal, relaxation, meditation, mindfulness, art therapy, bibliography, music therapy, and psychophysiological methods (i.e. transcranial stimulation). The effects obtained by these methods, its implementation, as well as potential applications in terms of their effectiveness and reliability have been covered. The studied methods have practically not been tested on Russian samples. Therefore, their further study and experimental verification are required. Regulation methods also require testing in real conditions of the educational process. The new reality of blended and online learning could trigger math and academic anxiety. It is important that some of the proposed methods can be indirectly applied to other types of “academic anxiety” (anxiety caused and experienced by students for other specific discipline).

Keywords: *math anxiety, STEM, methods of reregulation.*

References

1. *Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 01.12.2016 g. No. 642 O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii* [Decree of the President of the Russian Federation No. 642 of 01.12.2016 On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation] (in Russian). URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (accessed 1 September 2020).
2. Chemekov V. N., Krylov D. A. STEM – novyj podhod k inzhenernomu obrazovaniyu [STEM – A new approach to engineering education]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta – Bulletin of the Mari State University*, 2015, vol. 20 (5), pp. 59–64 (in Russian).
3. Rudenko M., Rodich M., Kuper E., Kolienco T. V., Sharafieva K. R., Gynku E. I., Akimova K. K., Bogdanova O. E., Chzhou K., Kovas Yu. V. Matematicheskaya trevozhnost', prostranstvennye sposobnosti i matematicheskaya uspešnost': kross-kul'turnoye issledovaniye detey mladshego shkol'nogo vozrasta v Rossii i Velikobritanii [Mathematical anxiety, spatial abilities and mathematical Success: a cross-cultural study of primary school children in Russia and the United Kingdom]. *Teoreticheskaya i eksperimental'naya psihologiya – Theoretical and experimental Psychology*, 2013, vol. 6 (4), pp. 18–26 (in Russian).
4. Budakova A. V., Likhanov M. V., Bloniewski T., Malykh S. B., Kovas Yu. V. Matematicheskaya trevozhnost': etiologiya, razvitiye i svyaz' s uspešnost'yu v matematike [Mathematical Anxiety: etiology, development and links with mathematical achievement]. *Voprosy psihologii – Voprosy Psychologii*, 2020, vol. 66, no. 1, pp. 109–119 (in Russian).
5. Richardson F. C., Suinn R. M. The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 1972, vol. 19 (6), pp. 551–554. DOI: 10.1037/h0033456

6. Ramirez G., Shaw S. T., Maloney E. A. Math Anxiety: Past Research, Promising Interventions, and a New Interpretation Framework. *Educational Psychologist*, 2018, vol. 53 (3), pp. 145–164. DOI: 10.1080/00461520.2018.1447384
7. Graf M. C., Gaudiano B. A., Geller P. A. Written emotional disclosure: a controlled study of the benefits of expressive writing homework in outpatient psychotherapy. *Psychotherapy Research: Journal of the Society for Psychotherapy Research*, 2008, vol. 18 (4), pp. 389–399.
8. Park D., Ramirez G., Beilock S. L. The role of expressive writing in math anxiety. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2014, vol. 20(2), pp. 103–118.
9. Jamieson J. P., Mendes W. B., Blackstock E., Schmader T. Turning the knots in your stomach into bows: Reappraising arousal improves performance on the GRE. *J. Exp. Soc. Psychol*, 2010, vol. 46 (1), pp. 208–212.
10. Van Dam N. T., van Vugt M. K., Vago D. R. et al. Mind the Hype: A Critical Evaluation and Prescriptive Agenda for Research on Mindfulness and Meditation. *Perspectives on Psychological Science*, 2018, vol. 13 (1), pp. 36–61. DOI:10.1177/1745691617709589.
11. Sampaio C. V., Lima M. G., Ladeia A. M. Meditation, Health and Scientific Investigations: Review of the Literature. *Journal of Religion and Health*, 2017, vol. 56 (2), pp. 411–427. DOI: 10.1007/s10943-016-0211-1
12. Cahn B. R., Polich J. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychol Bull*, 2006, vol. 132 (2), pp. 180–211. DOI: 10.1037/0033-2909.132.2.180.
13. Bamber M., Schneider J. Mindfulness-Based Meditation to Decrease Stress and Anxiety in College Students: A Narrative Synthesis of the Research. *Educational Research Review*, 2015, vol. 18, pp. 1–32. DOI: 10.1016/j.edurev.2015.12.004.
14. Shastri V., Hankey A., Sharma B., Patra S. Efficacy of vedic mathematics and yogic breathing in school children: A pilot study. *International Journal of Yoga – Philosophy, Psychology and Parapsychology*, 2016, vol. 4, is. 16. DOI: 10.4103/ijn.y.ijoyppp_3_16
15. Taren A. A., Gianaros P. J., Greco C. M., Lindsay E. K., Fairgrieve A., Brown K. W., Rosen R. K., Ferris J. L., Julson E., Marsland A. L., Creswell J. D. Mindfulness Meditation Training and Executive Control Network Resting State Functional Connectivity: A Randomized Controlled Trial. *Psychosomatic medicine*, 2017, vol. 79 (6), pp. 674–683. DOI: 10.1097/PSY.0000000000000466
16. Gorev A., Kovaleva A., Panova E., Gorbacheva A. Brain activity during different stages of the relaxation process. *Fiziologiya cheloveka*, 2012, vol. 38, pp. 16–23.
17. Bander R. S., Russell R. K., Zamosny K. P. A comparison of cue-controlled relaxation and study skills counseling in the treatment of mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 1982, vol. 74 (1), pp. 96–103.
18. Diego M. A., Jones N. A., Field T., Hernandez-Reif M., Schanberg S., Kuhn C., McAdam V., Galamaga R., Galamaga M. Aromatherapy positively affects mood, EEG patterns of alertness and math computations. *The International Journal of Neuroscience*, 1998, vol. 96 (3-4), pp. 217–224.
19. Henslee A., Klein B. Using Brief Guided Imagery to Reduce Math Anxiety and Improve Math Performance: A Pilot Study. *Journal of STEM Education*, 2017, vol. 18 (4). URL: <https://www.learntechlib.org/p/181995/> (accessed 1 November 2020).
20. Osin E. N., Turilina I. I. Kratkosrochnye efekty ot onlayn-praktiki meditatsii osoznannosti [Short-term effects of an online mindfulness meditation intervention]. *Ekspierimental'naya psikhologiya – Experimental Psychology*, 2020, vol. 13, no. 1, pp. 51–62. DOI:10.17759/exppsy.2020130104. (in Russian).
21. Iodo O. I. Desakralizatsiya meditatsii: maindulnes kak novyy terapevticheskiy instrument [Desacralizing Meditation: Mindfulness as a New Therapeutic Tool]. *Aktual'nye problemy gumanitarnogo obrazovaniya. Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual problems of humanitarian education. Materials of the V International Scientific and Practical Conference]. Minsk, BSU Publ., 2018. Pp. 140–145 (in Russian).
22. Tashana S. S., Jared W. I. Can Math!: Reducing Math Anxiety and Increasing Math Self-Efficacy Using a Mindfulness and Growth Mindset-Based Intervention in First-Year Students. *Community College Journal of Research and Practice*, 2019, vol. 45 (7), pp. 1–18. DOI: 10.1080/10668926.2019.1666063
23. Kutlu A., Yilmaz E., Çeçen D. Effects of aroma inhalation on examination anxiety. *Teaching and Learning in Nursing*, 2008, vol. 3, pp. 125–130. DOI: 10.1016/j.teln.2008.04.005
24. Niksirat K. Sa., Silpasuwanchai C., Hussien Ahmed M. M., Cheng P., Ren X. A Framework for Interactive Mindfulness Meditation Using Attention-Regulation Process. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM*, 2017, pp. 2672–2684. DOI: 10.1145/3025453.3025914

25. Curry N. A., Kasser T. Can Coloring Mandalas Reduce Anxiety? *Art Therapy*, 2005, vol. 22 (2), pp. 81–85. DOI: 10.1080/07421656.2005.10129441
26. Savchenko A. V., Anufrienko E. V. Korrektsionnaya rabota s umstvennootstalymi podrostkami pri pomoshchi primeneniya praktiki meditatsii s primeneniym mandal [Correctional work with mentally retarded adolescents by applying the practice of meditation with the use of mandalas]. *Nauchnaya diskussiya sovremennoy molodyozhi: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii* [Scientific discussion of modern youth: current issues, achievements and innovations]. Blagoveshchensk, 2019, pp. 85–87 (in Russian).
27. Salazar L. R. Exploring the effect of coloring mandalas on students' math anxiety in business statistics courses. *Business, Management and Education*, 2019, vol. 17, pp. 134–151. DOI: 10.3846/bme.2019.11024
28. Carsley D., Heath N. L., Fajnerova S. Effectiveness of classroom mindfulness coloring activity for test anxiety in children. *Journal of Applied School Psychology*, 2015, vol. 31 (3), pp. 239–255. DOI: 10.1080/15377903.2015.1056925
29. Thoma M. V., La Marca R., Brönnimann R., Finkel L., Ehlert U., Nater U. M. The effect of music on the human stress response. *PLoS one*, 2013, vol. 8 (8), e70156. DOI: 10.1371/journal.pone.0070156
30. Gan S. K. E., Lim K. M. J., Haw Y. X. The relaxation effects of stimulative and sedative music on mathematics anxiety: A perception to physiology model. *Psychology of Music*, 2016, vol. 44 (4), pp. 730–741.
31. Furner J. M. Helping all Students Become Einstein's using Bibliotherapy when Teaching Mathematics to Prepare Students for a STEM World. *Pedagogical Research*, 2017, vol. 2 (1), iss. 01. DOI: 10.20897/pedre.201701
32. Hébert T. P., Furner J. M. Helping High Ability Students Overcome Math Anxiety through Bibliotherapy. *Journal of Secondary Gifted Education*, 1997, vol. 8 (4), pp. 164–178.
33. Scieszka J., Smith L. *Math curse*. New York, Viking Press Publ., 1995.
34. Sarkar A., Dowker A., Cohen K. R. Cognitive enhancement or cognitive cost: trait-specific outcomes of brain stimulation in the case of mathematics anxiety. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 2014, vol. 34 (50), pp. 16605–16610. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3129-14.2014
35. Tran T. T. T. A review of Horwitz, Horwitz and Cope's theory of foreign language anxiety and the challenges to the theory. *English Language Teaching*, 2012, vol. 5 (1), pp. 69–75. DOI: 10.5539/elt.v5n1p69

Matsepuro D. M., Candidate of Historical Sciences, Senior Research Fellow, National Research Tomsk State University (pr. Lenina, 36, Tomsk, Russian Federation, 634050).
E-mail: daria.matsepuro@mail.tsu.ru

Esipenko E. A., Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor, National Research Tomsk State University (pr. Lenina, 36, Tomsk, Russian Federation, 634050).
E-mail: esipenkoea@gmail.com

Terekhina O. V., Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, National Research Tomsk State University (pr. Lenina, 36, Tomsk, Russian Federation, 634050).
E-mail: doterekhina@mail.ru