

Научная статья / Research Article
<https://doi.org/10.55959/LPEJ-24-02>
УДК/UDC 159.9.075, 159.922.8

«Математическая тревожность», околوناучные изыски и методологические тупики

А.Н. Веракса^{1, 2} ✉, Ю.П. Зинченко^{1, 2}, А.М. Калимуллин³,
Г.П. Костюк^{1, 4, 5}, С.Е. Рукшин^{6, 7, 8}, Л.А. Цветкова⁹,
И.В. Яценко^{9, 10}

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

² Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, Москва, Российская Федерация

³ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация

⁴ Психиатрическая клиническая больница № 1 имени Н.А. Алексеева Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация

⁵ Российский биотехнологический университет, Москва, Российская Федерация

⁶ Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁷ Президентский физико-математический лицей № 239, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁸ Санкт-Петербургский городской математический центр для одаренных школьников, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁹ НИУ «Высшая школа экономики», Москва, Российская Федерация

¹⁰ Московский центр непрерывного математического образования, Москва, Российская Федерация

✉ veraksa@yandex.ru

Резюме

Актуальность. Развитие психологической науки в контексте образовательной практики стимулирует исследователей к поиску научного объяснения явлений, которые часто используются без должного обоснования. Статья

посвящена анализу «математической тревожности» в междисциплинарном контексте.

В 2000 году в г. Дубне состоялась Всероссийская конференция «Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков», организованная по инициативе академиков В.И. Арнольда и В.А. Садовничего, где было убедительно обосновано возрастание роли математики в XXI веке и важность ее результатов и приложений не только для специалистов, но и во всех сферах жизни общества — от теоретической физики и вычислительной техники до гуманитарных дисциплин и искусствоведения. В связи с этим В.А. Садовничий указал на опасность и недопустимость околонуучных изысков и псевдопедагогических спекуляций по поводу значения и трудности математики как предмета преподавания и связанных с этим проблем. Одну из таких лженауных концепций, так называемую математическую тревожность, мы и рассмотрим в этой статье.

Цель. Целью данной статьи является критическое осмысление, систематизация и анализ данных о математической тревожности.

Методы. Методологическую основу статьи составляют культурно-исторический, а также деятельностный подходы, развиваемые в русле отечественной психологии ведущими школами Л.С. Выготского, А.Н. Леонтьева, А.Р. Лурии, П.Я. Гальперина и др.

Результаты. В рамках развития идей культурно-исторической психологии и теории деятельности в контексте образования, отечественными психологами подчеркивалась особая важность исследований, ориентированных на практические проблемы, связанные с обучением. Вместе с тем, обращение к «математической тревожности» может отвлечь от реальных проблем в обучении математике и другим предметам. Совместное усилие психологов, педагогов, психиатров, неврологов и других специалистов важно для успешного решения образовательных задач. Разработка вопросов содержания и методов математического образования, психологический анализ тех трудностей, которые испытывают и дети, и педагоги, будет способствовать как развитию психологической науки, так и укреплению ее связей с образовательной практикой.

Ключевые слова: математическая тревожность, математическое образование, культурно-исторический подход, общепсихологическая теория деятельности

Для цитирования: Веракса, А.Н., Зинченко, Ю.П., Калимуллин, А.М., Костюк, Г.П., Рукшин, С.Е., Цветкова, Л.А., Яценко, И.В. (2024). «Математическая тревожность», околонуучные изыски и методологические тупики. *Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование*, 22(1), 26–53. <https://doi.org/10.55959/LPEJ-24-02>

“Math anxiety”, pseudo-scientific sophistications and methodological dead ends

A.N. Veraksa^{1, 2} ✉, Yu.P. Zinchenko^{1, 2}, A.M. Kalimullin³,
G.P. Kostyuk^{1, 4, 5}, S.E. Rukshin^{6, 7, 8}, L.A. Tsvetkova⁹,
I.V. Yashchenko^{9, 10}

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

² Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research
Moscow, Russian Federation

³ Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

⁴ Psychiatric Clinical Hospital № 1 named after N.A. Alekseev
of the Moscow City Health Department, Moscow, Russian Federation

⁵ Russian Biotechnological University, Moscow, Russian Federation

⁶ Herzen Russian State Pedagogical University, St. Petersburg, Russian Federation

⁷ Presidential Physics and Mathematics Lyceum № 239, St. Petersburg,
Russian Federation

⁸ St. Petersburg City Mathematical Center for Gifted Schoolchildren, St. Petersburg,
Russian Federation

⁹ National Research University “Higher School of Economics”, Moscow, Russian
Federation

¹⁰ Moscow Center for Continuing Mathematical Education, Moscow,
Russian Federation

✉ veraksa@yandex.ru

Abstract

Background. The development of psychological science in the context of educational practice stimulates researchers to seek for a scientific explanation of phenomena that are often used without proper justification. The article is devoted to the analysis of “math anxiety” in an interdisciplinary context.

In 2000, the All-Russian conference “Mathematics and Society. Mathematics education at the turn of the century”, organized by academician V.A. Sadovnichy took place in Dubna. At the conference V.A. Sadovnichy convincingly substantiated the growing role of mathematics in the 21st century and the importance of its results and applications not only for specialists, but also in all spheres of society — from theoretical physics and computer technology to the humanities and art history. In this regard, V.A. Sadovnichy pointed out the danger and inadmissibility of pseudo-scientific sophistications and pseudo-pedagogical speculations in the field of the meaning and difficulty of mathematics as a subject of teaching and problems related to it. We will look at one of these pseudoscientific concepts, the so-called “math anxiety”, in this article.

Objective. The purpose of this article is to systematize and analyze data on “math anxiety” and critically comprehend this phenomenon.

Method. The methodological basis of the article is the cultural-historical, as well as activity-based approaches, developed in line with leading Russian psychology schools of L.S. Vygotsky, A.N. Leontyev, A.R. Luria, P. Ya. Galperin, and others.

Results. Developing the ideas of cultural-historical psychology and activity theory in the context of education, Russian psychologists emphasized the special importance of research focused on practical problems related to learning. At the same time, referring to “math anxiety” can distract researchers from the real problems in teaching mathematics and other subjects. The joint efforts of psychologists, teachers, psychiatrists, neurologists and other specialists are important for the successful solution of educational problems. The development of issues of the content and methods of mathematics education, a psychological analysis of the difficulties experienced by both children and teachers, will contribute both to the development of psychological science and to the strengthening of its connections with educational practice.

Keywords: math anxiety, math education, cultural-historical approach, general psychological theory of activity

For citation: Veraksa, A.N., Zinchenko, Yu.P., Kalimullin, A.M., Kostyuk, G.P., Rukshin, S.E., Tsvetkova, L.A., Yashchenko, I.V., (2024). “Math anxiety”, pseudo-scientific sophistications and methodological dead ends. *Lomonosov Pedagogical Education Journal*, 22(1), 26–53. <https://doi.org/10.55959/LPEJ-24-02>

Авторы рады посвятить эту статью юбилею В.А. Садовниченко и подчеркнуть его многолетнее благотворное внимание к вопросам преподавания математики и педагогической психологии.

Введение

Развитие психологической науки в ее связи с образовательной практикой побуждает исследователей к поискам научного объяснения феноменов, которые входят в профессиональную лексику без достаточного основания или обоснованной необходимости. В данной статье речь пойдет о так называемой математической тревожности, которая с легкой руки ряда зарубежных исследователей пытается обрести статус психологического феномена. При первой, даже поверхностной встрече с данным псевдопонятием сразу же возникает несколько вопросов принципиального характера. Согласно требованиям к любому, даже относительно несложному исследованию,

прежде всего, необходимо определиться с теми научными основаниями, на которых оно будет построено — в соответствии с какими методологическими принципами, в рамках какого теоретического подхода будет проведено исследование, выделен его предмет и каким образом будут интерпретированы результаты. Зарубежные исследователи «математической тревожности» не торопятся с обозначением своих методологических позиций и подходов. Та же участь постигла и теоретические посылки, которым не нашлось места в работах, посвященных «математической тревожности», показателем которой стала фактически успешность в освоении математики, что привело к искажению психологического содержания проблемы тревожности и собственно педагогической задачи, направленной на поиск и передачу учащимся способов освоения математического содержания. Следуя логике авторов, изучающих «математическую тревожность», возможно введение целого множества релевантных псевдопонятий: «алгебраическая тревожность», «геометрическая тревожность», «тригонометрическая тревожность» и т.д. Единственное, на что не поскупились некоторые авторы, это призывы к скорейшему использованию сделанных ими выводов в массовой образовательной практике. В связи с этим создается впечатление, что проблемы педагогической психологии, которые на протяжении десятилетий волновали ученых, могут быть оставлены как надуманные и имеющие лишь историческое значение. При этом опасность увлечения псевдопонятиями и псевдоисследованиями своей оборотной стороной имеет замалчивание тех реальных проблем, которые по-прежнему стоят и перед психологией, и перед практикой обучения. Как можно и нужно учить математике и другим наукам, чтобы не растерять то трепетное отношение к знаниям, с которым первоклассник переступает порог школы? В чем секрет познавательной мотивации и каковы ее источники? Как научить детей учиться? В чем реальная причина имеющихся проблем? Возможно, она заключается в перегрузке программ или в нарушениях при их разработке и реализации принципов работы в зоне ближайшего развития ребенка (Выготский, 1935), в том числе, в увлечении некоторыми авторами учебников преждевременным введением в начальной школе ряда элементов содержания, традиционно изучаемых в основной школе.

В качестве актуальной выступает задача применения тех методологических и теоретических положений, на которые следует опираться при проведении исследований. В отечественной психологии такими продуктивными основаниями являются систем-

ная методология, культурно-историческая психология, общепсихологическая теория деятельности.

Обеспокоенность вызывают работы, подводящие генетическую природу и биологические основания «математической тревожности» (Luttenberger et al., 2018; Júlio-Costa et al., 2019; Carvalho et al., 2022). Создается впечатление, что многие авторы забыли о «крупных успехах» и «практическом применении» евгеники в прошлом веке.

Осознавая масштабность и сложность проблемы успешности обучения, данную публикацию следует рассматривать как начало серьезного междисциплинарного разговора о современном состоянии математического образования в России, методики преподавания математики, успешности освоения математических знаний с применением современных психологических технологий. Безусловно, одними из важнейших факторов академической успешности являются психическое здоровье и психологическое благополучие обучающихся, включая уровень тревожности как их наиболее очевидный индикатор. Подчеркнем, что введение каких-либо понятий в научный дискурс без должной глубокой экспертной проработки может привести к рискам стигматизации учителя, ученика, родителей и, в свою очередь, не способствует достижению поставленных целей.

На наш взгляд, только в междисциплинарном союзе практиков (учителей-предметников, педагогов, воспитателей, школьных психологов), ученых (детских психологов, психофизиологов, клинических психологов, психиатров, неврологов), подготавливающих фундаментальные научно обоснованные важные решения органов исполнительной власти в области образования, и в тесном взаимодействии с родителями возможно решение общенародной государственной задачи по реальному повышению качества школьного образования.

Тревога в психологии и психиатрии

Попытаемся понять, есть ли место «математической тревожности» в современных научных классификациях или концептуальном поле.

Согласно Большому психологическому словарю (Большой психологический словарь, 2008), под тревогой (англ. anxiety) понимается переживание эмоционального дискомфорта, связанное с ожиданием неблагоприятия и предчувствием грозящей опасности. Отличие тревоги от страха заключается в том, что тревога связана с неопределенной угрозой, в то время как страх возникает в ответ на конкретную опасность. Оптимальный уровень тревоги необходим для эффективного

приспособления к действительности, но чрезмерно высокий или низкий уровень тревоги может привести к дезадаптивным реакциям.

Под тревожностью понимается склонность к частым и интенсивным переживаниям состояния тревоги, проявляющаяся у человека с низким порогом возникновения этого состояния. Тревожность может быть обусловлена как личностными особенностями, так и влиянием внешних факторов (Психиатрия..., 2020).

В психиатрии тревога определяется как патологическое состояние, характеризующееся ощущением опасности и сопровождающееся соматическими симптомами (Клиническая психиатрия, 1998, с. 161).

Тревожные расстройства имеют высокую распространенность и оказывают значительное влияние на социальное функционирование.

В психологии и психиатрии основным инструментом в постановке того или иного диагноза служат две признанные международные классификации: Международная классификация болезней (10-го и 11-го пересмотра: МКБ-10 и МКБ-11) и Диагностическое и статистическое руководство по психическим расстройствам 5-го издания (DSM-5). Разработка МКБ-11 под руководством Всемирной организации здравоохранения велась с учетом результатов доказательных исследований и аргументированного мнения профессионального сообщества (Vujnovic et al., 2021).

Тревожные расстройства — одна из ключевых категорий в классификации психических и поведенческих расстройств, традиционно включающая фобические тревожные расстройства (агорафобию, социофобию, специфические фобии), а также паническое расстройство, генерализованное тревожное расстройство и смешанное тревожно-депрессивное расстройство (Бобров, Усатенко, 2021). В МКБ-11 практически все эти диагностические категории (за исключением смешанного тревожно-депрессивного расстройства, которое перемещено в раздел аффективных расстройств) объединены в общий раздел расстройств, связанных с тревогой и страхом, и так же, как в DSM-5, к ним добавляются сепарационное тревожное расстройство (в связи с разлучением с объектом привязанности) и селективный мутизм (МКБ-11, 2022).

Тревожная симптоматика характерна и для других стрессовых и психосоматических нарушений, в возникновении которых тревога играет важную роль (Бобров, Усатенко, 2021).

Важно отметить, что в современных классификациях нет упоминания математической тревожности или связанных с ней нарушений. Таким образом, мы можем заключить, что термин «математическая

тревожность» изначально был сформулирован произвольно, не имеет отношения к психопатологии и не наполнен клиническим содержанием.

Результаты изучения: зарубежный опыт

Термин «математическая тревожность» появился в 1957 г. благодаря американским психологам Ральфу Дрегену и Льюису Эйкену, которые опросили около 700 студентов Университета штата Флорида, с целью узнать их отношение к математике. Выяснилось, что многие студенты тревожатся, когда приходится что-то решать. Причем «страх перед цифрами» вовсе не означал, что человек в целом тревожится больше остальных. Его психологическое состояние может быть в норме, но тревога подскакивает именно во время решения математических задач (Aiken, Dreger, 1961).

В логике культурно-исторического подхода, а также и теории деятельности вопрос изучения сложностей в освоении понятийного содержания учебных предметов имеет давнюю традицию — этой теме уделялось значительное внимание Л.С. Выготским, А.Н. Леонтьевым, Д.Б. Элькониним, П.Я. Гальпериним, В.В. Давыдовым, Н.Ф. Талызиной и др. В рамках указанных подходов сложилось понимание процесса обучения математике и сформировалось представление о том, как он должен происходить в современной школе (Салмина, 2012; Веракса, 2009; Асланова и др., 2022; Veraksa et al., 2022). Среди важных аспектов выделяется необходимость развития личности учащихся средствами образования, опора на научные, теоретические понятия, осмысленность и осознанность обучения, а результатом обучения должны являться качественные изменения в содержании и структуре сознания учащихся.

Обратимся к результатам исследований «математической тревожности» зарубежными авторами, которые определяют ее как чувство напряжения, опасения или страха, мешающее выполнению математических заданий, манипулированию цифрами и решению математических задач в самых разных жизненных и учебных ситуациях (Richardson, Suinn, 1972).

Многие исследования показывают, что математическая тревожность часто коррелирует с общей тревожностью (Hembree, 1990; Wang et al., 2014; Malanchini et al., 2017). Иначе говоря, тревожный человек также беспокоится и по поводу математики.

Некоторые исследователи считают, что необходимо обсуждать в целом предметную тревожность или академическую тревожность (Mallow, 2006; Megreya et al., 2021). То есть существует тревожность,

которая проявляется у разных людей при изучении разных дисциплин (например, языков или физики).

Очевидно, что «математическая тревожность» также может быть связана с контекстом тестирования и называться тестовой тревогой (Fournier et al., 2017). Если оставить в стороне процедуру проведения измерений, которая тоже должна быть тщательно продумана, то обсуждение авторами так называемой академической тревожности будет ошибочным и научно необоснованным без учета всех условий, которые приводят к негативным переживаниям. И в первую очередь нужно говорить о качестве преподавания, которое не сводится к пассивному восприятию учебного материала, а предполагает, как было показано в деятельностном подходе к процессам учения и обучения, организацию учителем работы ученика по его усвоению.

Одним из первых диагностических инструментов измерения «математической тревожности» стала «Шкала математической тревожности» («The Mathematics Anxiety Rating Scale», MARS), разработанная Ричардсоном и Суинном (Richardson, Suinn, 1972). Данная шкала состоит из 98 пунктов, направленных на оценку математической тревожности. Исследователи пришли к выводу, что люди с высоким уровнем математической тревожности хуже своих сверстников с низким уровнем тревожности справляются с простыми числовыми задачами, такими как счет или числовое сравнение (Maloney et al., 2011; 2010), а также с более сложными математическими задачами, такими как решение арифметических задач с переходом через десяток (Ashcraft, Faust, 1994; Kellogg et al., 1999).

Позднее были разработаны и другие, более короткие шкалы, оценивающие «математическую тревожность»: «12-пунктная шкала математической тревожности Феннемы — Шермана» (MAS) (Fennema, Sherman, 1976), «6-пунктная шкала тревожности к математике Сандмана» (Sandman, 1980), «24-пунктная шкала математической тревожности» (MARS-R) (Plake, Parker, 1982), MARS для подростков (Suinn, Edwards, 1982), «Шкала математической тревожности» для учащихся начальной школы (Suinn et al., 1988), «25-позиционная сокращенная шкала оценки математической тревожности» (sMARS) (Alexander, Martray, 1989), «9-пунктная сокращенная шкала математической тревожности» (AMAS) (Норко et al., 2003) и «23-пунктная шкала математической тревожности — Великобритания» (MAS-UK) (Hunt et al., 2011). Все эти тесты являются более короткими версиями оригинальной «Шкалы математической тревожности» и были созданы

с целью предоставить менее трудоемкие инструменты для оценки «математической тревожности».

Примечательно, что в 2002 г. Эшкрафт описал максимально простой способ измерения «математической тревожности». Он предложил просто спросить участников: «По шкале от 1 до 10, оцените, насколько вы тревожны по поводу математики?» Используя этот инструмент, состоящий из одного вопроса, он обнаружил, что ответы на него коррелируют с оценками по «Шкале математической тревожности» в диапазоне от 0,49 до 0,85 (Ashcraft, 2002). Núñez-Peña с коллегами провели исследование, целью которого было определить, может ли скрининговая шкала, основанная на одном пункте, обеспечить валидные и надежные показатели «математической тревожности», и доказали надежность и валидность этой шкалы (Núñez-Peña et al., 2013). Они также обнаружили, что люди с высокими показателями по однопунктовой шкале демонстрируют тенденцию к высоким показателям общей тревожности. Аналогичные результаты были получены и другими исследователями, где «математическая тревожность» коррелировала с общей тревожностью (Hembree, 1990), что также позволяет усомниться в самостоятельном существовании феномена «математическая тревожность».

В статье А.А. Адаскиной (Адаскина, 2018), посвященной анализу современных зарубежных исследований «математической тревожности», обращается внимание, с одной стороны, на содержание и направления исследований, в том числе на поиск факторов повышения «математической тревожности», а с другой — на практические рекомендации по ее снижению на этапах обучения в школе и вузе. А.А. Адаскина приводит данные, касающиеся содержания «математической тревожности»: выделяются ее различные аспекты — страх оценки, страх перед решением математических задач, страх, связанный с учителем математики. Зарубежные авторы приходят к выводу, что «математическая тревожность» — продукт школьного учения: если в самом начале обучения в школе она не проявляется, то к концу начальной школы она начинает формироваться (Адаскина, 2018). Хотя приведенные данные и заслуживают внимания, в первую очередь необходимо учитывать возрастные особенности и те задачи, которые стоят перед выпускником школы. Если от отметки по математике зависит его дальнейший путь в вуз, то можно ли оставаться к ней равнодушным?

В заключение А.А. Адаскина совершенно справедливо отмечает, что для российской психологической и педагогической традиции

характерен анализ объективных факторов испытываемых учениками сложностей в обучении, в том числе и в математике, к которым относятся недостаточное развитие высших психических функций, незрелость структур головного мозга (Зейгарник, 2023). По мнению автора, зарубежная традиция не ставит целью теоретически изучить данный феномен. Опубликованные популярные работы служат скорее привлечению внимания педагогической общественности к данной проблеме.

Критический анализ

Прежде чем переходить к критическому анализу «проблемы» «математической тревожности», имеет смысл посмотреть в целом на то, как в современных науках об образовании исследуются те или иные явления и процессы. В известной работе Джона Хэтти «Видимое обучение» («Visible learning») на основе обобщения более чем 50 тыс. исследований представлены результаты «влияния» различных факторов на академическую успешность (Хэтти, 2017). Эти факторы многообразны — рассматривается и вклад семьи, и особенности программы, и личностные характеристики учителя, а также, разумеется, индивидуальные особенности самих учеников (в том числе тестовая и математическая тревожность). На основе специальных статистических процедур по синтезу результатов метаанализов выявляется так называемый размер эффекта, варьирующий от $-0,2$ до $1,2$, при этом эффект может быть как негативным, так и позитивным. Так, например, мотивация учеников влияет на успеваемость на уровне размера эффекта $0,7$ (позитивный эффект), а просмотр детьми телепередач — на уровне $-0,18$ (негативный эффект). Такой факторный подход к исследованию как детского развития, так и процесса усвоения активно критиковался на заре возникновения культурно-исторической психологии. Да, можно статистически довольно точно рассчитать степень «влияния» на успеваемость ребенка его веса при рождении или наличия физической разминки в начале каждого урока, однако в этом случае мы остаемся на уровне эмпирических связей, которые не только ничего не объясняют, но и создают ложные установки у педагогов. «Ловушка» факторного подхода состоит в том, что мы не застрахованы от выделения любых новых конструкторов, которые могут потенциально влиять на успеваемость, что иллюстрирует появление «математической тревожности». Преодолеть такой подход можно только в том случае, если мы не ограничиваемся эмпирическим уровнем изучения, а переходим на теоретический, и вместо

анализа «явление — свойства — факторы» исследуем сущность изучаемого и воспроизводим условия формирования некоего явления в реальности. В отечественной культурно-исторической концепции для этих целей был предложен специальный метод исследования — формирующий эксперимент (Гальперин, 2002; Лидерс, Фролов, 1991). Так, например, с позиций П.Я. Гальперина, проблема неуспеваемости (в том числе в математике) связана либо с формированием у учеников неадекватного математическим понятиям содержания действий, либо с недостаточной отработкой свойств нужных действий (разумности, сознательности, обобщенности и т.д.). Соответственно, профилактика такой неуспеваемости состоит в том, чтобы обеспечить усвоение, при котором содержание действий явно выступит для ученика и станет его собственной ориентировочной основой, что целиком зависит от программы и профессиональной психолого-педагогической подготовки учителя. П.Я. Гальперин в своих исследованиях показал, что именно у неуспевающих учеников за счет эффективного формирования нужных действий удается снять негативные эмоции и создать позитивное отношение к процессу обучения (Гальперин, 2002). Выделяя «математическую тревожность» как особую «причину» неуспеваемости, мы фактически подменяем поиск причин поиском эмпирических взаимосвязей, что непродуктивно как для науки, так и для практики.

Второй важный пункт критики состоит в том, что для изучения «математической тревожности», как уже было указано выше, используются лишь самоотчетные методики. В связи с этим очевидно, что на результаты могут влиять точность восприятия своего состояния испытуемым и социальная желательность. Кроме того, ряд исследователей измеряют «математическую тревожность» с помощью аппаратных психофизиологических методов, таких как электроэнцефалограмма (ЭЭГ), кожно-гальваническая реакция (КГР), функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) и др. Однако важно отметить, что данные методы неспецифичны и могут регистрировать общий уровень стресса и личностной тревожности (Bishop, 2009; Dowker et al., 2016).

В ряде зарубежных исследований также отмечается, что «математическая тревожность» часто является следствием общей тревожности человека, которая обуславливается особенностями нервной системы, проявлениями социальной тревожности или страха неудачи (Luttenberger et al., 2018; Ganley et al., 2014). Также некоторые исследователи выделяют и другие виды предметной тревожности, в

частности «химическую тревожность» (Bowen, 1999), «тревожность изучения иностранного языка» (Matsuda, Gobel, 2004), «научную тревожность» (Mallow et al., 2010) и др. Однако важно отметить, что, несмотря на выделение данных видов тревожности, основой для их развития выступает общий уровень тревожности, который повышается в наиболее уязвимых для человека ситуациях.

Третий важный момент заключается в том, что с позиции культурно-исторической психологии Л.С. Выготского переживание является основой восприятия социальной ситуации развития. Можно утверждать, что отсутствие переживания означает отсутствие развития. Поскольку ситуация развития является социальной, переживание обуславливает процесс взаимодействия ребенка с окружающими. В этом смысле переживание по поводу математики может быть понято как результат проживания социальной ситуации развития, инициированной взрослым в процессе взаимодействия с ребенком. Специфика взаимодействия рождает соответствующее психологическое образование, поскольку согласно основному генетическому закону культурного развития «всякая функция в культурном развитии ребенка появляется на сцене дважды, в двух планах, сперва — социальном, потом — психологическом, сперва между людьми, как категория интерпсихическая, затем внутри ребенка, как категория интрапсихическая» (Выготский, 1983, с. 145). Таким образом, есть основания для того, чтобы рассматривать представления о тревожности в отношении конкретного содержания как результат одного из вариантов социальной ситуации развития, сложившейся во многом под влиянием взрослых, придающих успешному освоению, в данном случае математического содержания, особо важное значение. Из закона следует, что первоначально переживание по поводу математики существует во внешнем плане как форма взаимодействия между участниками социальной ситуации развития, которая переходит впоследствии во внутренний план, препятствуя освоению математики.

Важно отметить, что как дети, так и взрослые зачастую испытывают трудности при решении не только сложных, но и простых математических задач, и понятно, что эта ситуация переживается как ситуация неуспеха. Однако в данном случае заботиться нужно в первую очередь о том, что и как изменить в преподавании, чтобы задача стала доступной детям, вне зависимости от наличия у них «математической тревожности» или даже математических способностей. Последние никто не отменял, но программа массовой школы доступна всем без исключения нормально развивающимся детям,

что неоднократно было показано в исследованиях отечественных психологов, например, в работах Н.Ф. Талызиной.

Следует отметить, что в настоящее время имеется большое количество данных и массовых исследований качества образования, дающих возможность проведения междисциплинарных исследований, на основе анализа больших данных.

Так, результаты Национальных исследований качества образования в России (Аналитические материалы по результатам проведения Национального исследования качества математического образования в 5–7 классах)¹ вскрыли ряд реальных проблем в области математического образования и легли в основу разработки обновленного Федерального государственного образовательного стандарта, в котором усилена роль приложений математики к решению практических задач из реальной жизни, заложены механизмы восстановления неотработанных своевременно математических навыков на уровне 6–7 классов, а также предусмотрена возможность углубленного изучения математики в 7–9 классах. Реальные проблемы математического образования вскрываются также в аналитических отчетах по итогам Единого государственного экзамена, в них фиксируется ряд накопленных проблем, корень которых кроется в начальной школе (Ященко и др., 2024).

При этом сейчас особенно растет необходимость проведения научно обоснованных практико-ориентированных исследований, в том числе в области математики, так как человечество стоит перед вызовом переосмысления целей математического образования в век искусственного интеллекта. Требуется сместить акцент с отработки технических навыков на развитие математического мышления, интуиции (развитие которых, в то же время, невозможно без базовой математической техники). В решении технических сложных задач искусственный интеллект уже опережает человека (так, например, он успешно справился с решением заданий по геометрии Международной математической олимпиады) (Trinh et al., 2024), при этом, не требующее продвинутой техники, но требующее интуиции задание 1, предложенное ученикам 7-го класса на Математическом празднике в МГУ в феврале 2024 г.² пока не поддается решению с помощью искусственного интеллекта.

¹ ФИОКО, МЦНМО 2014–2015 https://fioco.ru/Media/Default/Documents/NIKO/5-7_NIKO_MA_part_1.pdf

² «Математический праздник» МЦНМО 2024 <https://olympiads.mccme.ru/matprazdnik/image/24/book.pdf>

Школьные трудности: единство теории и практики

В истории различных народов в фольклоре появились уже в дописьменный период и бережно сохранялись и приумножались различные задачи, направленные на развитие мышления. Такими задачами стали загадки — метафорические выражения, в которых один предмет или явление окружающего мира изображался описанием его свойств или сравнением с другим, имеющим с ним какое-нибудь (подчас весьма отдаленное) сходство. На основании этих свойств или аллегорического сравнения и требовалось отгадать задуманный предмет или явление. Фактически загадки являются «уравнениями», в которых неизвестным является не «число x », а предмет, который требуется угадать. Отметим, что загадки выступают как мыслительные тренировки для любознательности, сообразительности. По С.Л. Рубинштейну, «так называемые задачи-головоломки это не особый курьез, стоящий особняком от общих закономерностей мышления... Они своеобразным неразрывным образом связаны с общими закономерностями мышления» (Рубинштейн, 1958, с. 89).

Роль математики в процессе обучения состоит в том, что это единственный предмет, в котором систематически на протяжении тысячелетий культивировались тщательно подобранные задачи, направленные на развитие мышления, которое затем можно было обратить на исследование новых, ранее не известных задач (Рукшин, 2000а).

Именно поэтому на протяжении истории именно математиков или людей с математическим образованием привлекали к решению вновь возникающих задач со времен Архимеда вплоть до создания атомного оружия и расчетов, связанных с ракетостроением и судостроением.

Организаторы первой в СССР Олимпиады школьников в 1933–1934 учебном году (чл.-корр. АН СССР Б.Н. Делоне, Г.М. Фихтенгольц) призывали идти в технические и оборонные вузы (Рукшин, 2000б).

Когда количество таких задач потребовало большого количества специалистов, в стране были созданы физико-математические школы и школы-интернаты при МГУ имени М.В. Ломоносова и ЛГУ. И эта стратегия дала стране возможность выйти на передовые рубежи во многих направлениях науки и техники. Именно поэтому Президент Российской Федерации В.В. Путин много раз обращал внимание на важность математического образования для экономики,

оборонеспособности, суверенитета Российской Федерации, развития наукоемких отраслей и высоких технологий. И последние его поручения связаны с повышением внимания к преподаванию фундаментальных дисциплин.

Поэтому сознательное оправдание невозможности массового успешного обучения математике лженаучными изысками и перенос проблем преподавания из области педагогики и методики преподавания в психологию вместе с концепцией «математической тревожности» ставит под удар перспективы развития страны (Преодолевая пределы роста..., 2024).

С нашей точки зрения, та реальная проблема, которая стоит перед наукой и практикой обучения и которую «затемняет» проблема «математической тревожности», — это проблема причин испытываемых детьми трудностей, начиная с периода начальной школы, в частности, при изучении математики. Весьма продуктивным в этой связи видится обращение к разработанной в Московском университете деятельностной теории учения (Rosas-Rivera, Solovieva, 2023). Ее создатель Н.Ф. Талызина готовилась стать учителем математики, но уже в студенческие годы увлеклась психологией и начала проводить исследования по формированию у младших школьников математических понятий. Итогом многолетних исследований явилась созданная на базе общепсихологической теории П.Я. Гальперина деятельностная теория учения (Талызина, 2018).

К принципам деятельностной теории учения Н.Ф. Талызина относил следующие:

Деятельностный подход к психике. При деятельностном подходе психика понимается как форма жизнедеятельности субъекта, обеспечивающая решение определенных задач в процессе взаимодействия с миром. Человек (субъект) выступает как активное начало, а не как простоеместилище психического. Он выполняет не только внешние практические действия, но и действия психические. Психика — это не просто картина мира, система образов, но и система действий.

Действие как единица анализа учения. Общее требование к единице анализа любого процесса заключается в том, что она не должна терять специфики анализируемого явления, в данном случае — деятельности учения.

Социальная природа психического развития человека. Н.Ф. Талызина замечает, что этот принцип не является характерным лишь для деятельностного подхода в психологии, но в деятельностной теории ему отводится весьма существенная роль.

Единство материальной и психической деятельности: и то, и другое — деятельность, оба эти вида деятельности имеют идентичное строение. Другой аспект единства материальной деятельности и деятельности психической заключается в том, что внутренняя, психическая деятельность есть преобразованная внешняя, материальная.

Предметом изучения в исследованиях Н.Ф. Талызиной выступило формирование понятий у детей разного возраста и у взрослых. В рамках деятельностной теории учения становление понятий рассматривается как процесс формирования определенной системы действий: *«Действия <...> составляют собственно психологический механизм понятий. <...> Особенности сформированных понятий не могут быть поняты без обращения к действиям, продуктом которых они являются»* (Талызина, 1998, с. 193).

Согласно концепции П.Я. Гальперина, на которой базируется деятельностная теория учения, при управляемом формировании понятия образуются с желаемыми, заданными экспериментатором свойствами. Такое управляемое формирование достигается за счет соблюдения специально разработанной системы условий (Талызина, 2018).

Обращаясь к особенностям формируемых понятий, Н.Ф. Талызина совершенно справедливо указывала на то, что главным недостатком усваиваемых школьниками понятий выступает их формализм, когда учащиеся, правильно воспроизводя определение понятий, то есть осознавая их содержание, не умеют пользоваться ими при ориентировке в предметной действительности, при решении задач на применение этих понятий. Н.Ф. Талызина проводила исследования на материале различных понятий, но большинство работ было выполнено на примере математических понятий.

Разрабатывая деятельностную теорию учения, Н.Ф. Талызина уделяла большое внимание вопросам практического применения полученных данных в образовательной практике. Она подчеркивала, что внедрение деятельностного подхода снимает многие проблемы, которые являются типичными для массовой школы, в частности, проблему школьной неуспеваемости. Она также отмечала, что деятельностный подход к процессу усвоения открывает новые возможности для дидактики: в частности, заметно продвижение в разработке действительного содержания классических принципов наглядности, активности, систематичности в обучении, принципов построения учебного предмета и др.

Выводы

Развивая на протяжении столетия культурно-историческую психологию и деятельностный подход к учению, ученики и последователи Л.С. Выготского отмечали необходимость углубления исследований в тех направлениях, на которые указывает практика, и исходили из тех реальных проблем, которые вставали перед образованием. Обращение к исследованиям так называемой математической тревожности уводит нас в сторону от настоящих практических проблем, с которыми сталкивается современная школа; в данном случае это касается преподавания математики, хотя математику следует рассматривать лишь как частный случай одной большой проблемы — отбора содержания и методов преподавания. Еще Л.С. Выготский обратил внимание на отличие психологического и педагогического взглядов на образование, и объединение усилий ученых в области педагогики и психологии выступает залогом успешного ее решения. Игнорирование этой принципиальной важности проблемы и выступает причиной появления работ, о которых шла речь выше.

Разработка вопросов содержания и методов математического образования, психологический анализ тех трудностей, которые испытывают и дети, и педагоги, будет способствовать как развитию психологической науки, так и укреплению ее связей с образовательной практикой. При этом не стоит забывать и об огромной ответственности ученых перед практикой, поскольку ошибки учителей обнаруживают себя не сразу, но имеют зачастую последствия, с трудом поддающиеся исправлению.

В заключение хотим отметить, что статья не претендует на исчерпывающий анализ многочисленных зарубежных исследований «математической тревожности», а приглашает к обсуждению наших читателей — психологов, педагогов, математиков — всех неравнодушных к судьбе российского образования — роли этого и других подобных новоявленных понятий в практике обучения.

Список литературы

Адашкина, А.А. (2018). Изучение феномена математической тревожности в зарубежной психологии. *Современная зарубежная психология*, 8(1), 28–35. URL: https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2019_n1/Adaskina

Бобров, А.Е., Усатенко, Е.В. (2021). Концепция тревожных расстройств: основные тенденции развития. *Социальная и клиническая психиатрия*, 31(4).

Большой психологический словарь. (2008). Под ред. В.П. Зинченко, Б.Г. Мещерякова. Москва: АСТ; Санкт-Петербург: Прайм-Еврознак.

Веракса, А.Н. (2009). Роль символического опосредствования в познавательной деятельности младших школьников (на примере освоения определения функции на уроках математики). *Вестник Московского Университета. Серия 14. Психология*, 32(2), 31–44.

Выготский, Л.С. (1935). Динамика умственного развития школьника в связи с обучением. Сборник статей: Умственное развитие детей в процессе обучения. Москва; Ленинград: ГИЗ.

Выготский, Л.С. (1983). Проблемы развития психики. Москва: Педагогика.

Гальперин, П.Я. (2002). Лекции по психологии. Москва: Книжный дом «Университет»: Высшая школа.

Зейгарник, Б.В. (2023). Патопсихология: учебник для вузов. Москва: Изд-во Юрайт.

Клиническая психиатрия: учебное пособие. (1998). Под ред. Т.Б. Дмитриевой. Москва: ГЭОТАР Медицина.

Лидерс, А.Г., Фролов, Ю.И. (1991). Формирование психических процессов как метод исследования в психологии. Москва: Изд-во Моск. ун-та.

МКБ-11. Глава 06. Психические и поведенческие расстройства и нарушения нейрпсихического развития. Статистическая классификация. 2-е издание, переработанное и дополненное. (2022). Москва: КДУ, Университетская книга.

Психиатрия (2020). Под. ред. Ю.А. Александровского, Н.Г. Незнанова. Москва: ГЭОТАР-Медиа.

Преодолевая пределы роста. (2024). Доклад Римскому клубу: монография. Под ред. В.А. Садовниченко. Москва: Изд-во Московского университета.

Рубинштейн, С.Л. (1958). О мышлении и путях его исследования. Москва: Изд-во АН СССР.

Рукшин, С.Е. (2000а). Задачи, как цель и средство обучения. В: «Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков»: Сборник материалов Всероссийской конференции (сентябрь, 2000). Москва: Изд-во МЦНМО. С. 231–233.

Рукшин, С.Е. (2000б). Математические соревнования в Ленинграде — Санкт-Петербурге. Первые 50 лет. Ростов-на-Дону: Изд-во МарТ.

Салмина, Н.Г. (2012). Программа формирования начальных математических понятий и опыт ее реализации в практике обучения. *Вестник Московского Университета. Серия 14. Психология*, 35(4), 101–112.

Сиднева, А.Н., Асланова, М.С., Бухаленкова, Д.А. (2022). Особенности развития математических способностей первоклассников, обучающихся по разным образовательным программам. *Вестник Московского Университета. Серия 14. Психология*, 45(3), 119–144. <https://doi.org/10.11621/vsp.2022.03.07>

Талызина, Н.Ф. (2018). Деятельностная теория учения. Москва: Изд-во Моск. ун-та.

Талызина, Н.Ф. (1998). Педагогическая психология. Москва: Академия.

Хэтти, Дж. (2017). Видимое обучение. Москва: Национальное образование.

Ященко, И.В., Высоцкий, И.Р., Семенов, А.В (2024). Аналитический отчет о результатах ЕГЭ 2023 года по математике, *Педагогические измерения*, (1), 62–94.

Aiken Jr, L.R., Dreger, R.M. (1961). The effect of attitudes on performance in mathematics. *Journal of Educational psychology*, 52(1), 19.

Alexander, L., Martray, C.R. (1989). The development of an abbreviated version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 22(3), 143–150.

Ashcraft, M.H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>

Ashcraft, M.H., Faust, M.W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition and Emotion*, 8(2), 97–125. <https://doi.org/10.1080/02699939408408931>

Bishop, S.J. (2009). Trait anxiety and impoverished prefrontal control of attention. *Nature Neuroscience*, 12(1), 92–98. <https://doi.org/10.1038/nn.2242>

Bowen, C.W. (1999). Development and score validation of a Chemistry Laboratory Anxiety Instrument (CLAI) for college chemistry students. *Educational and Psychological Measurement*, 59(1), 171–185.

Carvalho, M.R.S., Barbosa de Carvalho, A.H., Paiva, G.M., Andrade Jorge, C.C., Dos Santos, F.C., Koltermann, G., de Salles, J.F., Moeller, K., Maia de Oliveira Wood, G., Haase, V.G. (2022). MAOA-LPR polymorphism and math anxiety: A marker of genetic susceptibility to social influences in girls? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1516(1), 135–150. <https://doi.org/10.1111/nyas.14814>

Dowker, A., Sarkar, A., Looi, C.Y. (2016). Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? *Frontiers in psychology*, 7(508). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>

Fennema, E., Sherman, J.A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitudes scales; instruments designed to measure attitudes towards the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324–326. <https://doi.org/10.2307/748467>

Fournier, K.A., Couret, J., Ramsay, J.B., Caulkins, J.L. (2017). Using collaborative two-stage examinations to address test anxiety in a large enrollment gateway course. *Anatomical sciences education*, 10(5), 409–422. <https://doi.org/10.1002/ase.1677>

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46. <https://doi.org/10.2307/749455>

Hopko, D.R., Mahadevan, R., Bare, R.L., Hunt, M.K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182. <https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>

Hunt, T.E., Clark-Carter, D., Sheffield, D. (2011). The development and part validation of a U.K. scale for mathematics anxiety. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(5), 455–466. <https://doi.org/10.1177/0734282910392892>

Júlio-Costa, A., Martins, A.A.S., Wood, G., Almeida, M.P.D., Miranda, M.D., Haase, V.G., Carvalho, M.R.S. (2019). Heterosis in COMT Val158Met polymorphism contributes to sex-differences in children's math anxiety. *Frontiers in Psychology*, 10(1013).

Kellogg, J.S., Hopko, D.R., Ashcraft, M.H. (1999). The effects of time pressure on arithmetic performance. *Journal of Anxiety Disorders*, 13(6), 591–600. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(99\)00025-0](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(99)00025-0)

Luttenberger, S., Wimmer, S., Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, (11), 311–322. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421>

Malanchini, M., Rimfeld, K., Shakeshaft, N.G., Rodic, M., Schofield, K., Selzam, S., Dale, P.S., Petrill, S.A., Kovas, Y. (2017). The genetic and environmental aetiology of spatial, mathematics and general anxiety. *Scientific reports*, 7(42218). <https://doi.org/10.1038/srep42218>

Mallow, J.V. (2006). Science anxiety: research and action. Handbook of college science teaching. Arlington: National Science Teachers Association.

Mallow, J., Kastrup, H., Bryant, F.B., Hislop, N., Shefner, R., Udo, M. (2010). Science Anxiety, Science Attitudes, and Gender: Interviews from a Binational Study. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 356–369. <https://www.learntechlib.org/p/167165/>

Maloney, E.A., Ansari, D., Fugelsang, J.A. (2011). The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *Quarterly journal of experimental psychology*, 64(1), 10–16. <https://doi.org/10.1080/17470218.2010.533278>

Maloney, E.A., Risko, E.F., Ansari, D., Fugelsang, J. (2010). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. *Cognition*, 114(2), 293–297. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.09.013>

Matsuda, S., Gobel, P. (2004). Anxiety and predictors of performance in the foreign language classroom. *System*, (32), 21–36.

Megreya, A.M., Szucs, D., Moustafa, A.A. (2021). The Abbreviated Science Anxiety Scale: Psychometric properties, gender differences and associations with test anxiety, general anxiety and science achievement. *PLoS ONE*, 16(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245200>

Núñez-Peña, M.I., Suarez-Pellicioni, M., Bono, R. (2013). Effects of math anxiety on student success in higher education. *International Journal of Educational Research*, (58), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.004>

Plake, B.S., Parker, C.S. (1982). The development and validation of a revised version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 42(2), 551–557. <https://doi.org/10.1177/001316448204200218>

Richardson, F.C., Suinn, R.M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale. *Journal of Counseling Psychology*, (9), 551–554. <http://dx.doi.org/10.1037/h0033456>

Rosas-Rivera, Y., Solovieva, Yu. (2023). A Dynamic Evaluation of the Process of Solving Mathematical Problems, according to N.F. Talyzina's Method. *Psychology in Russia: State of the Art*, 16(3), 88–103. <https://doi.org/10.11621/pir.2023.0307>

Sandman, R.S. (1980). The mathematics attitude inventory: Instrument and user's manual. *Journal for research in Mathematics Education*, 11(2), 148–149. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.11.2.0148>

Suinn, R.M., Edwards, R. (1982). The measurement of mathematics anxiety: The Mathematics Anxiety Rating Scale for Adolescents — MARS-A. *Journal of Clinical*

Psychology, 38(3), 576–580. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(198207\)38:3<576::AID-JCLP2270380317>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1097-4679(198207)38:3<576::AID-JCLP2270380317>3.0.CO;2-V)

Suinn, R.M., Taylor, S., Edwards, R.W. (1988). Suinn Mathematics Anxiety Rating Scale for Elementary School Students (MARS-E): Psychometric and normative data. *Educational and Psychological Measurement*, 48(4), 979–986. <https://doi.org/10.1177/0013164488484013>

Trinh, T.H., Wu, Y., Le, Q.V. et al. (2024). Solving olympiad geometry without human demonstrations. *Nature*, (625), 476–482. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06747-5>

Veraksa, A.N., Sidneva, A.N., Aslanova, M.S., Plotnikova, V.A. (2022). Effectiveness of Different Teaching Resources for Forming the Concept of Magnitude in Older Preschoolers with Varied Levels of Executive Functions. *Psychology in Russia: State of the Art*, 15(4), 62–82. <https://doi.org/10.11621/pir.2022.0405>

Vujnovic, M., Manukhina, O., Reed, G., Theodorakis, P., Fountoulakis, K. (2021). ICD-11 Revision of Mental Disorders: the Global Standard for Health Data, Clinical Documentation, and Statistical Aggregation. *Consortium Psychiatricum*, 2(2), 3–6. <https://doi.org/10.17816/CP74>

Wang, Z., Hart, S.A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L.A., Plomin, R., McLoughlin, G., Bartlett, C.W., Lyons, I.M., Petrill, S.A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 55(9), 1056–1064. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12224>

References

Adaskina, A.A. (2018). The study of the phenomenon of math anxiety in foreign psychology. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya (Journal of Modern Foreign Psychology)*, 8(1), 28–35. <https://doi.org/10.17759/jmfp.2019080103> (In Russ.).

Aiken Jr, L.R., Dreger, R.M. (1961). The effect of attitudes on performance in mathematics. *Journal of Educational psychology*, 52(1), 19.

Alexander, L., Martray, C.R. (1989). The development of an abbreviated version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 22(3), 143–150.

Ashcraft, M.H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>

Ashcraft, M.H., Faust, M.W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition and Emotion*, 8(2), 97–125. <https://doi.org/10.1080/02699939408408931>

Bishop, S.J. (2009). Trait anxiety and impoverished prefrontal control of attention. *Nature Neuroscience*, 12(1), 92–98. <https://doi.org/10.1038/nn.2242>

Bobrov, A.E., Usatenko, E.V. (2021). The concept of anxiety disorders: main development trends. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhiiatriya (Social and clinical psychiatry)*, 31(4). (In Russ.).

Boľshoi psikhologicheskii slovar'. In: V.P. Zinchenko, B.G. Meshcheryakova (Eds.). Moscow: AST; Saint Petersburg: Praim-Evroznak, 2008. (In Russ.).

Bowen, C.W. (1999). Development and score validation of a Chemistry Laboratory Anxiety Instrument (CLAI) for college chemistry students. *Educational and Psychological Measurement*, 59(1), 171–185.

Carvalho, M.R.S., Barbosa de Carvalho, A.H., Paiva, G.M., Andrade Jorge, C.C., Dos Santos, F.C., Koltermann, G., de Salles, J.F., Moeller, K., Maia de Oliveira Wood, G., Haase, V.G. (2022). MAOA-LPR polymorphism and math anxiety: A marker of genetic susceptibility to social influences in girls? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1516(1), 135–150. <https://doi.org/10.1111/nyas.14814>

Dowker, A., Sarkar, A., Looi, C.Y. (2016). Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? *Frontiers in psychology*, 7(508). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>

Fennema, E., Sherman, J.A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitudes scales; instruments designed to measure attitudes towards the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324–326. <https://doi.org/10.2307/748467>

Fournier, K.A., Couret, J., Ramsay, J.B., Caulkins, J.L. (2017). Using collaborative two-stage examinations to address test anxiety in a large enrollment gateway course. *Anatomical sciences education*, 10(5), 409–422. <https://doi.org/10.1002/ase.1677>

Gal'perin, P.Ya. (2002). Lectures in Psychology. Moscow: Publishing house "University": High school. (In Russ.).

Hattie, J. (2017). Visible learning. Moscow: National education. (In Russ.).

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46. <https://doi.org/10.2307/749455>

Hopko, D.R., Mahadevan, R., Bare, R.L., Hunt, M.K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182. <https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>

Hunt, T.E., Clark-Carter, D., Sheffield, D. (2011). The development and part validation of a U.K. scale for mathematics anxiety. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(5), 455–466. <https://doi.org/10.1177/0734282910392892>

Júlio-Costa, A., Martins, A.A.S., Wood, G., Almeida, M.P.D., Miranda, M.D., Haase, V.G., Carvalho, M.R.S. (2019). Heterosis in COMT Val158Met polymorphism contributes to sex-differences in children's math anxiety. *Frontiers in Psychology*, 10(1013).

Kellogg, J.S., Hopko, D.R., Ashcraft, M.H. (1999). The effects of time pressure on arithmetic performance. *Journal of Anxiety Disorders*, 13(6), 591–600. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(99\)00025-0](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(99)00025-0)

Klinicheskaya psikiatriya: uchebnoe posobie. (1998). In: T.V. Dmitrieva (Ed.). Moscow: GEOTAR Medicine. (In Russ.).

Liders, A.G., Frolov, Yu.I. (1991). Formirovanie psikhicheskikh protsessov kak metod issledovaniya v psikhologii. Moscow: Publ. Moscow Univ. Press. (In Russ.).

Luttenberger, S., Wimmer, S., Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, (11), 311–322. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421>

Malanchini, M., Rimfeld, K., Shakeshaft, N.G., Rodic, M., Schofield, K., Selzam, S., Dale, P.S., Petrill, S.A., Kovas, Y. (2017). The genetic and environmental aetiology of spatial, mathematics and general anxiety. *Scientific reports*, 7(42218). <https://doi.org/10.1038/srep42218>

Mallow, J.V. (2006). Science anxiety: research and action. Handbook of college science teaching. Arlington: National Science Teachers Association.

Mallow, J., Kastrup, H., Bryant, F.B., Hislop, N., Shefner, R., Udo, M. (2010). Science Anxiety, Science Attitudes, and Gender: Interviews from a Binational Study. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 356–369. <https://www.learntechlib.org/p/167165/>

Maloney, E.A., Ansari, D., Fugelsang, J.A. (2011). The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *Quarterly journal of experimental psychology*, 64(1), 10–16. <https://doi.org/10.1080/17470218.2010.533278>

Maloney, E.A., Risko, E.F., Ansari, D., Fugelsang, J. (2010). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. *Cognition*, 114(2), 293–297. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.09.013>

Matsuda, S., Gobel, P. (2004). Anxiety and predictors of performance in the foreign language classroom. *System*, (32), 21–36.

Megreya, A.M., Szucs, D., Moustafa, A.A. (2021). The Abbreviated Science Anxiety Scale: Psychometric properties, gender differences and associations with test anxiety, general anxiety and science achievement. *PLoS ONE*, 16(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245200>

MKB-11. Chapter 06. Mental, behavioural or neurodevelopmental disorders. *Statisticheskaya klassifikatsiya. 2-e edition, pererabotannoe i dopolnennoe.* (2022). Moscow: Publishing house “University”, University book. (In Russ.).

Núñez-Peña, M.I., Suarez-Pellicioni, M., Bono, R. (2013). Effects of math anxiety on student success in higher education. *International Journal of Educational Research*, (58), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.004>

Overcoming the limits of growth. (2024). Report to the Club of Rome: monograph. In: V.A. Sadovnichy. Moscow: Publishing House of the Moscow University.

Plake, B.S., Parker, C.S. (1982). The development and validation of a revised version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 42(2), 551–557. <https://doi.org/10.1177/001316448204200218>

Psychiatry (2020). In: Yu. A. Aleksandrovsii, N.G. Neznanov (Eds.). Moscow: GEOTAR-Media.

Richardson, F.C., Suinn, R.M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale. *Journal of Counseling Psychology*, (9), 551–554. <http://dx.doi.org/10.1037/h0033456>

Rosas-Rivera, Y., Solovieva, Yu. (2023). A Dynamic Evaluation of the Process of Solving Mathematical Problems, according to N.F. Talyzina’s Method. *Psychology in Russia: State of the Art*, 16(3), 88–103. <https://doi.org/10.11621/pir.2023.0307>

Rubinstein, S.L. (1958). About thinking and ways to explore it. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences.

Rukshin, S.E. (2000a). Tasks as a goal and a means of learning. In: "Mathematics and society. Mathematical Education at the Turn of the Century": Collection of materials of the All-Russian Conference (September, 2000). Moscow: Publishing House MCCME. (pp. 231–233).

Rukshin, S.E. (2000b). Mathematical competitions in Leningrad — St. Petersburg. The first 50 years. Rostov-on-Don: March Publishing House.

Salmina, N.G. (2012). The Program of Forming Mathematical Concepts and the Experience of its Implementation in Primary School. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 14. Psikhologiya (Moscow University Psychology Bulletin)*, 35(4), 101–112. (In Russ.).

Sandman, R.S. (1980). The mathematics attitude inventory: Instrument and user's manual. *Journal for research in Mathematics Education*, 11(2), 148–149. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.11.2.0148>

Sidneva, A.N., Aslanova, M.S., Bukhalenkova, D.A. (2022). Features of the Development of Mathematical Skills of First-Graders in Different Educational Programs. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 14. Psikhologiya (Moscow University Psychology Bulletin)*, 45(3), 119–144. <https://doi.org/10.11621/vsp.2022.03.07> (In Russ.).

Suinn, R.M., Edwards, R. (1982). The measurement of mathematics anxiety: The Mathematics Anxiety Rating Scale for Adolescents — MARS-A. *Journal of Clinical Psychology*, 38(3), 576–580. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(198207\)38:3<576::AID-JCLP2270380317>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1097-4679(198207)38:3<576::AID-JCLP2270380317>3.0.CO;2-V)

Suinn, R.M., Taylor, S., Edwards, R.W. (1988). Suinn Mathematics Anxiety Rating Scale for Elementary School Students (MARS-E): Psychometric and normative data. *Educational and Psychological Measurement*, 48(4), 979–986. <https://doi.org/10.1177/0013164488484013>

Talyzina, N.F. (1998). Pedagogical psychology. Moscow: Akademiya. (In Russ.).

Talyzina, N.F. (2018). Activity Theory of Teaching. Moscow: Publ. Moscow Univ. Press. (In Russ.).

Trinh, T.H., Wu, Y., Le, Q.V. et al. (2024). Solving olympiad geometry without human demonstrations. *Nature*, (625), 476–482. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06747-5>

Veraksa, A.N. (2009). The Role of Symbolic Mediation in Cognitive Activity in Primary School (Acquisition of the Function Concept). *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 14. Psikhologiya (Moscow University Psychology Bulletin)*, 32(2), 31–44. (In Russ.).

Veraksa, A.N., Sidneva, A.N., Aslanova, M.S., Plotnikova, V.A. (2022). Effectiveness of Different Teaching Resources for Forming the Concept of Magnitude in Older Preschoolers with Varied Levels of Executive Functions. *Psychology in Russia: State of the Art*, 15(4), 62–82. <https://doi.org/10.11621/pir.2022.0405>

Vujnovic, M., Manukhina, O., Reed, G., Theodorakis, P., Fountoulakis, K. (2021). ICD-11 Revision of Mental Disorders: the Global Standard for Health Data, Clinical Documentation, and Statistical Aggregation. *Consortium Psychiatricum*, 2(2), 3–6. <https://doi.org/10.17816/CP74>

Vygotsky, L.S. (1935). The dynamics of a student's mental development in connection with learning. Collection of articles: The mental development of children in the learning process. Moscow; Leningrad: GIZ. (In Russ.).

Vygotskii, L.S. (1983). Problems of the development of mind. Moscow: Pedagogy. (In Russ.).

Wang, Z., Hart, S.A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L.A., Plomin, R., McLoughlin, G., Bartlett, C.W., Lyons, I.M., Petrill, S.A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 55(9), 1056–1064. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12224>

Zeigarnik, B.V. (2023). Pathopsychology: textbook for Universities. Moscow: Yurayt Publishing House.

Yaschenko, I.V., Vysotsky, I.R., Semenov, A.V. (2024). Analytical report on the results of the 2023 Unified State Exam in Mathematics, Pedagogicheskie izmereniya (*Pedagogical Measurements*), (1), 62–94. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Николаевич Веракса, академик РАО, доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой психологии образования и педагогики факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; заведующий лабораторией психологии детства и цифровой социализации; Первый заместитель директора Федерального научного центра психологических и междисциплинарных исследований; вице-президент Российского психологического общества, Москва, Российская Федерация, veraksa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7187-6080>

Юрий Петрович Зинченко, академик РАО, доктор психологических наук, профессор, декан факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; директор Федерального научного центра психологических и междисциплинарных исследований; президент Российского психологического общества; главный внештатный специалист по медицинской психологии Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация, adm.psy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6271-2327>

Айдар Минимансурович Калимуллин, доктор исторических наук, профессор, директор Института психологии и образования Казанского (Приволжского) федерального университета, Казань, Российская Федерация, kalimullin@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7788-7728>

Георгий Петрович Костюк, доктор медицинских наук, профессор, главный врач Психиатрической клинической больницы № 1 имени Н.А. Алексеева Департамента здравоохранения города Москвы; заведующий кафедрой психического

здоровья факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; профессор кафедры психиатрии Российского биотехнологического университета; главный внештатный психиатр Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Российская Федерация, kgr@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3073-6305>

Сергей Евгеньевич Рукшин, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена; заместитель директора, руководитель математического центра Президентского физико-математического лицея № 239; руководитель Санкт-Петербургского городского математического центра для одаренных школьников; Народный учитель Российской Федерации; член Совета по развитию гражданского общества и правам человека при Президенте Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация, vliuser@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3021-0231>

Лариса Александровна Цветкова, академик РАО, доктор психологических наук, и.о. вице-президента РАО; заместитель директора по научной деятельности Научно-исследовательского университета «Высшая школа экономики» в Санкт-Петербурге, Санкт-Петербург, Российская Федерация; главный внештатный специалист по медицинской психологии Министерства здравоохранения Северо-Западного федерального округа; председатель Этического комитета Российского психологического общества, Москва, Российская Федерация, larissa@psy.pu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4080-7103>

Иван Валериевич Яценко, кандидат физико-математических наук, профессор факультета математики отдела математического образования Научно-исследовательского университета «Высшая школа экономики»; директор Московского центра непрерывного математического образования; руководитель федеральной группы разработчиков ЕГЭ по математике, Москва, Российская Федерация, <http://orcid.org/0000-0002-8368-0325>

ABOUT THE AUTHORS

Aleksander N. Veraksa, Academician of the Russian Academy of Education, Dr. Sci. (Psychology), Professor, Head of the Department of Educational Psychology and Pedagogy, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University; Head of the Laboratory of Child Psychology and Digital Socialization; Deputy Director of the Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, Moscow, Russian Federation, veraksa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7187-6080>

Yuri P. Zinchenko, Academician of the Russian Academy of Education, Dr. Sci. (Psychology), Professor, Dean of the Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University; Director of the Federal Scientific Center for Psychological and

Interdisciplinary Research; President of the Russian Psychological Society; Chief Supervisor in Medical Psychology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation, adm.psy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6271-2327>

Aidar M. Kalimullin, Dr. Sci. (History), Professor, Director of the Institute of Psychology and Education, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation, kalimullin@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7788-7728>

Georgy P. Kostyuk, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Chief Physician of the Psychiatric Clinical Hospital № 1 named after N.A. Alekseev of the Moscow City Health Department; Head of the Department of Mental Health, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University; Professor at the Department of Psychiatry, Russian Biotechnological University; Chief Supervisor in Psychiatry of the Moscow Department of Health, Moscow, Russian Federation, kgr@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3073-6305>

Sergey E. Rukshin, Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Professor at the Department of Mathematical Analysis, Herzen Russian State Pedagogical University; Deputy Director, Head of the Mathematical Center of the Presidential Physics and Mathematics Lyceum № 239; Head of the St. Petersburg City Mathematical Center for Gifted Schoolchildren; People's Teacher of the Russian Federation; Member of the Council for Civil Society and Human Rights under the President of the Russian Federation, St. Petersburg, Russian Federation, vliuser@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3021-0231>

Larisa A. Tsvetkova, Academician of the Russian Academy of Education, Dr. Sci. (Psychology), acting Vice President of the Russian Academy of Education; Deputy Director for Scientific Activities of the Research University, Higher School of Economics in St. Petersburg, St. Petersburg, Russian Federation; Chief Supervisor in Medical Psychology of the Ministry of Health in the Northwestern Federal District; Chairman of the Ethics Committee of the Russian Psychological Society, Moscow, Russian Federation, larissa@psy.pu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4080-7103>

Ivan V. Yashchenko, Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Professor at the Faculty of Mathematics, the Department of Mathematical Education, National Research University "Higher School of Economics"; Director of the Moscow Center for Continuing Mathematical Education; Head of the Federal Group of Developers of the Unified State Examination in Mathematics, Moscow, Russian Federation, <http://orcid.org/0000-0002-8368-0325>

Поступила: 12.01.2024; получена после доработки: 01.02.2024; принята в печать: 23.02.2024

Received: 12.01.2024; revised: 01.02.2024; accepted: 23.02.2024