

Числовое познание в контексте когнитивных исследований*

© 2019 г. В.А. Бажанов

Ульяновский государственный университет, Ульяновск, 432017, ул. Льва Толстого, д. 42.

E-mail: vbazhanov@yandex.ru

Поступила 14.03.2019

В статье ставится проблема анализа феномена числового познания под углом зрения биокультурного со-конструктивизма. Проводится мысль, что числовое познание представляет собой социокультурный артефакт, имеющий в основаниях онтогенетическую природу, универсальную для живых существ, сформированную их адаптацией к окружающей среде и длительной эволюцией. Культуры (а вслед за ними и сообщества) можно разделить на числовые и нечисловые (в зависимости от ряда социальных и культурных условий, а также от вида доминирующей деятельности). Автор статьи показывает, что приобретение способности оперировать числами открывает перед сообществами перспективы экономического прогресса и тонкой настройки когнитивных механизмов, которые в определенной степени завязаны на социокультурные и лингвистические особенности развития этих сообществ. Социокультурные факторы, которые играют важную роль в обучении математике и совершенствовании математического мышления у представителей различных сообществ, накладывают отпечаток на локализацию и активность нейроструктур. Определенный след оставляет и язык, на котором осуществлялось начальное математическое образование. В статье обращается внимание на то, что для более эффективного обучения математике в методологии и методике образовательного процесса целесообразно учитывать специфику числового познания в различных культурах.

Ключевые слова: числовое познание, онтогенетические основания числа, прото-арифметика, числовые и нечисловые культуры, биокультурный со-конструктивизм, число как артефакт культуры, предикторы в образовании.

DOI: 10.31857/S004287440007527-4

Цитирование: *Бажанов В.А.* Числовое познание в контексте когнитивных исследований // Вопросы философии. 2019. № 12. С. 82–90.

* Исследование поддерживалось грантом РФФИ №19-011-00007а.

Numerical Cognition in Cognitive Research Perspective*

© 2019 г. Valentin A. Bazhanov

Ulyanovsk State University, 42, L'va Tolstogo st. Ulyanovsk, 432017, Russian Federation.

E-mail: vbazhanov@yandex.ru

Received 14.03.2019

The article poses the problem of analyzing the phenomenon of numerical cognition from the point of view of biocultural co-constructivism. The idea put forward that this phenomenon we should study as a sociocultural artifact, in its foundations having an ontogenetic nature, universal for living beings and formed by a long evolution and their adaptation to the environment. Depending on a certain social and cultural conditions, the nature of dominant activity the cultures are divided into numerical and non-numerical. We suggest that the acquisition of the ability to operate with numbers opens up human communities the prospects for economic progress and fine-tuning of their cognitive mechanisms, which are to some extent relate to the sociocultural and linguistic features of the development of these communities. Socio-cultural factors that play an important role in teaching mathematics and improving mathematical skills among representatives of various civilizations leave their imprint on the localization and activity of neural structures. A certain imprint leaves the language in which the initial mathematical education as well. Attention paid to the fact that for more effective teaching of mathematics in the methodology and technique of the educational process, it is advisable to take into account the specifics of numerical knowledge acquisition in various cultures.

Key words: numerical cognition, ontogenetic source of a number, proto-arithmetic, numerical and non-numeric cultures, biocultural co-constructivism, number as a culture artifact, predictors in education.

DOI: 10.31857/S004287440007527-4

Citation: Bazhanov, Valentin A. (2019) 'Numerical Cognition in Cognitive Research Perspective', *Voprosy Filosofii*, Vol. 12 (2019), pp. 82–90.

В современных когнитивных исследованиях заметное место занимают исследования особенностей так называемого «числового познания (numerical cognition)». Уже несколько лет (с 2015 года) ежеквартально выходит *Journal of Numerical Cognition*, который посвящен изучению этого феномена в психологических и нейропсихологических аспектах. Однако в отечественной литературе анализ этого феномена фактически отсутствует. Поиск в Интернете понятия «числовое познание» (или «цифровое познание» — хотя содержание этих понятий, конечно, не тождественно) дает ссылку на один-единственный ресурс, который представляет собой довольно грубый перевод некоторых рубрик из какого-то краткого англоязычного справочника. Цель настоящей статьи заключается в попытке восполнить этот пробел и осмыслить феномен числового познания в контексте когнитивных исследований под философским углом зрения: что из себя представляет предмет числового познания? Каковы подходы к анализу этого феномена? Имеет ли отношение культура (или различные культуры народов мира) к числовому познанию и, если да, то какое место она в этом виде познания занимает? Возможны ли натуралистическое и социоцентристское измерения числового познания? Наконец, какую роль в числовом познании и становлении интеллекта играют методы обучения математике?

* This work was supported by RBRF grant № 19-011-00007a.

Выдающийся представитель генетической психологии Жан Пиаже рассматривал особенности эволюции детского интеллекта, в значительной мере опираясь на возможности ребенка оперировать математическими представлениями и операциями. Его идеи касались развития интеллекта индивидуума. Овладение числом, по мнению Пиаже, является результатом усложнения мышления ребенка как субъекта (индивидуального) развития. Л.С. Выготский подходил к анализу становления интеллекта, подразумевая имманентную погруженность субъекта в определенный социокультурный контекст, который играет не просто важную, а решающую роль в этом процессе. При этом Л.С. Выготский имел в виду и естественную линию развития интеллекта, и социокультурную линию, которые пересекались и активно взаимодействовали, причем, как считал ученый, это взаимодействие является диалектическим по своей природе [Dafermos 2018, 26]. В определенном смысле подходы Ж. Пиаже и Л.С. Выготского являются взаимодополнительными. Автор настоящей статьи, как и иные современные исследователи числового познания (см.: [Saxe 2015, 5]), придерживается линии Л.С. Выготского, поскольку интерпретирует числовое познание как преимущественно социокультурный в своих основаниях артефакт.

Серьезный импульс к изучению числового познания содержался в трудах И. Лакатоса, который обратил внимание академического сообщества на важность психологического момента в математических рассуждениях и указал на необходимость анализа его роли в развитии математического знания [Бажанов 2009]. По существу, именно с И. Лакатоса начался постепенный процесс переосмысления статуса платонизма (реализма) как наиболее перспективного и востребованного направления в философии математики. До появления работ И. Лакатоса активно не вспоминалось о том, что еще в 1840-х гг. Дж. Милль и в 1870-х гг. Э. Шредер высказывали идеи, несовместимые с плотным следованием идеологии платонизма в основаниях математики [Everett 2017, 32].

Примерно с начала 1990-х гг. внимание исследователей приковывается к феномену числового познания (и числу как элементу этого познания) в аспекте его социального и психологического измерений. Именно тогда разворачивается процесс перераспределения, казалось бы, давно известного и досконально изученного феномена числа и разнообразных процедур оперирования числовой информацией. С этого момента число начинают трактовать как ключевой элемент, гарантирующий неоспоримое практическое преимущество «числовым» культурам, опирающимся в развитии на дигитальные категории, перед «нечисловыми». К «нечисловым» относятся культуры, которые еще не сформировали категоричный ряд понятий – числительных, цветно-обозначающих имен, страдательного залога. Эти культуры обладают крайне узкими лексическими показателями времени, родства и т.д. [Кошелев 2018, 55–57; Кронгауз, 2018, 18]. Таковыми даже в настоящее время являются некоторые племена (мундуруки, пираха), обитающие в джунглях Амазонки.

Гипотеза лингвистической относительности получает в исследованиях многообразных компонентов числового познания некоторые аргументы в свою пользу. Как подчеркивает Калев Эверетт, различия в языках влекут за собой различия в когнитивных установках [Everett 2017, 191]. В некотором смысле их можно отнести к онтогенетически предзаданным факторам, «априорным интуициям», существование которых можно усмотреть в критической философии И. Канта, переосмысленной в терминах современной нейронауки (хотя иногда считается, что эту ситуацию точнее описывает не философия И. Канта, а интуиционизм голландских математиков Л.Э.Я. Брауэра и Г. Грисса [Graziano 2014, 375]).

Стоит также обратить внимание на то обстоятельство, что изучение числового познания имеет и неожиданный медицинский или, точнее, терапевтический, аспект. Изучая особенности этого познания у лиц, страдающих нейропатологиями развития и/или аутизмом, можно обнаружить причины этих патологий на уровне тех или иных участков мозга [Allman, Pelphrey, Meck 2012, 16–17]. Именно анализ специфики оперирования числами позволяет эффективно моделировать функциональную активность нейронных сетей мозга и создавать их топографический атлас [Arsalidou, Taylor 2011].

Еще в начале 1990-х гг. К. Уинн проводила эксперименты по исследованию способности младенцев возраста пяти месяцев к простейшим арифметическим операциям

(сложение и вычитание); ученая высказала предположение, что существуют врожденные нейроструктуры, которые позволяют младенцам совершать такого рода операции, а также операцию отождествления количества предметов, причем эти нейроструктуры обрабатывают и числовую и нечисловую (символическую) информацию. Феномен получил название «младенческой» арифметики [Wynn 1992, 749]. Первая структура функционирует без участия языка, а формат функционирования второй зависит и от языка, и от культуры, в которой развивался и находится интеллект. Так, ее локализация в мозге различается у представителей западной и восточной цивилизации [Tang, Liu 2009, 152].

Позднее исследователи убедились, что возможность воспринимать небольшие количества предметов (обычно до четырех) и оперировать ими является универсальным свойством всех сколько-нибудь сложных живых существ — от человеческих младенцев до рыбок семейства гуппи [Agrillo, Piffer, Bisazza, Butterworth 2012]. Это свойство относится к гомологическим характеристикам человеческих и «нечеловеческих» (non-human) живых существ [Kadosh, Walsh 2009, 899]. Оно является филогенетически ранней функцией, которая возникла с целью обеспечить эффективное сенсомоторное взаимодействие с окружающей средой с целью наиболее оптимальной адаптации.

Феномен, состоящий в одновременном восприятии небольших количеств (дискретных) предметов в силу онтогенетических особенностей мозга получил название *субитации* (иногда его описывают в терминах «дискретной числовой системы» — *DNS*, discrete number system [Jones 2018]). Имеется много оснований полагать, что именно субитация является стартовой точкой освоения понятийного сопровождения численного познания и даже некоторых функций высшей нервной деятельности [Benoit, Lehalle, Jouen 2004]. Речь идет о так называемом «чувстве числа» (sense of number или numerosity), открытом и изученном французским нейрофизиологом С. Деаном [Dehaene 2011]. Функционирует еще одна врожденная нейроструктура, позволяющая с некоторой точностью (приблизенно) воспринимать и оперировать с такого рода группами предметов, например, сравнивать их с точки зрения количества (*ANS* — approximate number system). Именно эти два основных онтогенетически заданных механизма мозга, сформированных в результате длительных эволюционных процессов адаптации к окружающей среде и существенно повышающих шансы выжить при неблагоприятных условиях, являются фундаментом не только «прото-арифметики», но и всей математики. Здесь допустимо говорить о своего рода «скачке» от «прото-арифметики» к «полноценной» арифметике и вообще математике. «Арифметика, — замечает М. Пантсар, — опирается на прото-арифметические способности дифференцировать наблюдения в зависимости от количества воспринимаемых предметов, — способности, которой мы обладаем с раннего детства и разделяем со многими живыми существами» [Pantsar 2014, 4201; см. также: Pantsar 2018, 299]. Эти способности — натуралистические предпосылки математического мышления, которое в своих истоках имеет элементарные операции, совершаемые системами *DNS* и *ANS*, и развивается в процессе математического образования и прогресса математического знания. Когда имеется в виду усложнение математического мышления на основе данных систем, то напрашивается аналогия с машиной Тьюринга, простейшим устройством, состоящим всего из нескольких элементов, которое, однако, позволяет реализовывать алгоритмы сколько угодно сложной природы: комбинации простых элементов конечного множества способны образовать едва ли не бесконечное число вариантов решений.

С точки зрения модулярной теории когнитивных особенностей мозга [Spelke, Kinzler 2007; см. также: Марютина 2014] обычно выделяют пять модулей: представляющие внешние объекты и их взаимодействия, целеполагание, порядок и величины, определение расположения в пространстве, а также принадлежность человека к определенным социальным группам и партнерству. Эти модули могут быть интерпретированы как фиксирующие отдельные предметы и их совокупности, субъекты и направленность их деятельности, количества, ординалы и кардиналы (имея в виду характеристики множеств предметов), местоположения, человеческие сообщества и характер взаимоотношений в пределах этих сообществ. С помощью этих ментальных по своей

природе модулей упорядочивается человеческий опыт. Их статус, опять-таки, может быть осмыслен в терминах априоризма, восходящего к философии И. Канта [Krysztofak 2016, 6]. Человек как бы просматривает и препарирует мир, адаптируясь к нему, с помощью этих «модульных» (нейро)образований.

Модулярная теория мозга дополняется теориями Куайновского бутстрапа («защуровки»; ранее представления о бутстрапе были приняты в теории, описывающей поведение элементарных частиц – адронов), нейронного «синтеза» (neuralgese) и гипотезой «фильтрация» (filtering hypothesis) [Jones 2018]. Смысл Куайновского бутстрапа и нейронного «синтеза» сводится к тому, что поступающая в мозг информация распределяется и кодируется не только теми его областями, которые несут основную нагрузку в этом функционале, но в этот процесс также вовлекаются и другие разделы мозга. Гипотеза «фильтрация» касается способности мозга отсеивать нерелевантную для выполняемых его носителем действий информацию. Все это – свидетельство высокой степени пластичности, типичной для нейроструктур, которые в исходной точке сенсорного восприятия задают его априорный характер, а затем перестраиваются в процессе филогенеза, обеспечивая мозгу в результате длительной эволюции эту пластичность. Процессы, описываемые этими теориями, в полной мере работают при численном познании [Piazza, De Feo, Panzeri, Dehaene 2018, 43], прежде всего в процессе совершенствования навыков математического мышления.

Понимание природы числа является ключевой задачей в контексте изучения феномена числового познания. Каков модус существования числа? Является ли число независимым от нашего сознания конструктом, природа которого соответствует идее средневекового реализма или современного реализма (платонизма) в философии математики, или это конструкт нашего сознания, порожденный при определенных социокультурных условиях и связанный, с эволюционной точки зрения, с задачей адаптации к окружающей среде?

Энактивизм настаивает на том, что числа – такие же артефакты культуры, как письменность и/или архитектура. «Математические понятия, – утверждают Д. Лакофф и Р. Нуньес <...> создаются мозгом на основе нервных структур и личного социального опыта человека» [Лакофф, Нуньес 2012, 47]. В современной нейронауке все больше укрепляется убеждение, что «познание – фундаментально культурный феномен» [Bender, Beller 2013, 42]. Мозг имеет дело с количеством (предметов), а число – порождение тех культур, которые когда-то перешли от охоты к земледелию. Племена мундуруки и пираха, не знающие земледелия, до сих пор относятся к нечисловым культурам. Охота составляет фактически единственный базис их жизнедеятельности. Письменность у них отсутствует. Поэтому представители этих племен способны различать количества предметов очень приблизительно, но в полном соответствии с законом Вебера-Фехнера, который описывает результаты действия субитации и системы ANS.

Открытие числа, по мнению К. Эверетта, сопоставимо по своему значению с открытием колеса и каменных орудий. Между числовыми обществами возникают торговые отношения и коммуникация по поводу обмена товарами. Тем самым они получают неоспоримое преимущество в качестве и темпах развития перед нечисловыми обществами (не воспроизводится ли в определенном смысле эта черта в настоящее время, когда происходит дифференциация обществ в зависимости от перспектив перехода на так называемую «цифровую» экономику?..). Торговля между нечисловыми обществами, стержень существования которых составляет охота, фактически отсутствует: добыча обычно столь невелика, что ее едва хватает для того, чтобы прокормить членов этого общества, но эти общества в своем культурном развитии еще не поднялись до земледелия (см: [Everett 2017, II]).

Однако и в случае числовых обществ активность мозга детерминирована по-разному в условиях разных культур. Так, например, у китайцев и англичан в процессе решения идентичных арифметических задач активируются различные участки мозга. Главная причина этого кроется в глубинных различиях культур (коллективистского типа у китайцев и индивидуалистского – у англичан), языков, в традиции использования абака

при обучении счету у восточных народов и опоре на лингвистические средства у англичан [Tang, Zhang 2006, 10778]. Характер деятельности воздействует на нейроструктуры и формирует модусы их активности, а, стало быть, и когнитивные особенности. Если вспомнить о кантианской исследовательской программе в нейронауке, то с философско-методологической точки зрения здесь можно говорить о деятельностном типе трансцендентализма [Бажанов 2017]. Имеет место и обратное воздействие: формат активности мозга носителей определенной культуры связан с их специфичными когнитивными особенностями, и тем самым формирует соответствующую культуру. Естественная и социокультурная траектории развития человека и человеческих сообществ взаимоопределяют друг друга. Механизмы этого взаимоопределения описываются концепцией *биокультурного со-конструктивизма* [Бажанов 2018]. Данная теория подчеркивает свойство удивительной пластичности мозга, неизменно реагирующего на социокультурные реалии и производящего своего рода «подстройку» под них («подстройку», детерминирующую в некоторой степени и сами эти реалии).

Казалось бы, привычные и давно усвоенные представления из области математики на самом деле являются продуктом человеческой культуры, важный компонент которой и составляет математика. Скажем, такой общезначимый образ, как изображение натурального ряда чисел посредством геометрической линии, простирающейся от минус до плюс бесконечности. Наглядное изображение множества натуральных чисел в виде линии — достижение только XVII столетия. Даже у Р. Декарта, который, «синтезировав» арифметику и геометрию, разработал аналитическую геометрию, отсутствовало изображение чисел в виде ныне интуитивно очевидной числовой прямой. Она была введена Дж. Нэпером в «Описании удивительной таблицы логарифмов» 1614 г. и Дж. Уоллисом в «Трактате по алгебре» 1685 г. С этого момента числовая прямая становится общезначимым элементом культуры, который дает простой и интуитивно очевидный образ множества натуральных чисел. Основной источник этого образа — уже начальное математическое образование.

В психологии и педагогике достаточно давно заметили, что образование играет ключевую роль в развитии способностей оперировать с числами. Причем уже на ранних стадиях развития ребенка можно высказать суждения относительно его математической одаренности в будущем. Так, об этом можно судить по тому, насколько ребенок симультанно различает и сравнивает количество точек в сопоставляемых множествах точек [Piazza, De Feo, Panzeri, Dehaene 2018]. В дальнейшем именно культура, особенности языка и образование оказываются ответственными за развитие математического мышления ребенка.

Наличие математических способностей в раннем возрасте является более эффективным предиктором (индикатором) последующих успехов в обучении ребенка, чем темпы освоения букв, чтения, обогащения его словарного запаса [Duncan, Dowsett, et al. 2007, 1443]. Эти способности напрямую говорят о его возможности сосредоточиться на определенных задачах, концентрации внимания на наиболее существенных деталях, которые позволят отыскать правильные решения. Однако приобретение и совершенствование этих способностей — непростой процесс, требующий учета множества факторов, относящихся как к возможностям нейроструктур работать с определенной информацией, так и к методологии и методикам ее «преподнесения» [Cragg, Gilmore 2014, 64].

Обучение китайских детей арифметике с опорой на абак, формирующий зрительно-пространственное мышление и активирующий соответственные области мозга, приводит к тому, что они несколько раньше осваивают навыки счета, чем их европейские сверстники; китайские дети опережают европейских в «обратном» счете, но уступают в операциях сравнения чисел и «прямом» счете [Dowker, Nuerk 2016, 3]. Замечено, что если в процессе математических операций у носителей английского языка сильнее возбуждаются такие области мозга как область Вернике и центр Брока, то у китайцев и других восточных народов такое возбуждение затрагивает премоторные отделы коры мозга. Вообще, у представителей восточных народов такого рода операции в большей степени опираются на области мозга, ответственные за зрительно-пространственное

мышление, тогда как у представителей западных — на области мозга, связанные со способностями к речи [Tcheang 2014, 61–62]. При этом у билингвов на характер активности мозга оказывает решающее влияние тот язык, на котором происходило обучение математике; родной язык здесь играет меньшую роль [Rule, Freeman, Ambady 2011, 113]. Хотя и в пределах носителей одного языка имеются некоторые различия в активности, относящиеся к характеру связей тех или иных участков мозга [Willmes 2018].

Влияние языка распространяется и на такие базисные сенсорные способности человека как восприятие времени. У носителей северокитайского языка (Mandarin language) доминирует «вертикальное» восприятие времени, тогда как у носителей индоевропейских языков доминирует «горизонтальное» восприятие времени. Если лингвистические конструкции, относящиеся к числительным, близки к десятичной системе (где нет исключений, подобных eleven или twelve в английском языке, в котором нарушено правило прибавления единицы), то их носители быстрее овладевают счетом [Boroditsky 2011, 65]. Фактически, отсюда вытекает вывод в духе гипотезы лингвистической относительности (Сепира-Уорфа): различия в языках вносят некоторые нюансы в когнитивные стратегии носителей этих языков.

Думается, что в практике отечественного образования следовало бы полнее учитывать и высокую степень правдоподобия индикаторов последующих успехов обучающегося, связанных с ранними математическими способностями, и, казалось бы, не столь значительные по своему статусу особенности языковой среды, влияющие на когнитивный потенциал детей.

Таким образом, числовое познание в онтогенетическом плане базируется на функционировании двух основных нейроструктур, обеспечивающих процесс субитации и оперирования приближенными оценками количеств предметов. Между тем особенности функционирования этих нейроструктур зависят от того, в атмосфере каких культур и социумов они сформировались и находятся. Естественная траектория развития субъекта числового познания теснейшим образом переплетена с его социокультурной траекторией. И число, и числовое познание оказываются социокультурными артефактами, что позволяет осмысливать это познание в терминах биокультурного со-конструктивизма. Наконец, в процессе обучения детей имеет смысл учитывать индикаторы, которые проливают свет на их математические способности и некоторые факторы, которые относятся к их языковой среде.

Необходимо обратить внимание на те обстоятельства, которые говорят о слабой изученности числового познания. Нейрофизиологи, анализирующие механизмы числового познания, прекрасно осознают это и намечают пути перспективных исследований. Почти три десятка ключевых проблем были сформулированы большой группой ученых в программной статье с характерным названием «Вызовы со стороны (изучения) математического анализа» [Alcock, Ansari, et al. 2016]. Другая группа нейрофизиологов выдвинула альтернативную программу исследований, в которой существенно больший акцент сделан на учете влияния культуры на математическое познание [Bender, Beller, Christomalis, et al. 2018]. Дальнейшее исследование числового познания обещает много интересных находок, которые могут пролить новый свет на архитектуру мозга и его когнитивный потенциал.

Ссылки – References in Russian

Бажанов 2009 – *Бажанов В.А.* Переосмысливая И. Лакатоса заново // Вопросы философии. 2009. № 8. С. 92–97.

Бажанов 2017 – *Бажанов В.А.* Деятельностный подход и современная когнитивная наука // Вопросы философии. 2017. № 9. С. 162–169.

Бажанов 2018 – *Бажанов В.А.* Социум и мозг: биокультурный со-конструктивизм // Вопросы философии. 2018. № 2. С. 78–88.

Кошелев 2018 – *Кошелев А.Д.* О влиянии культуры социума на его язык (на примере амазонского племени пираха) // Российский журнал когнитивной науки. 2018. Т. 5. № 1. С. 44–62.

Кронгауз 2018 – *Кронгауз М.А.* Даниел Эверетт и Бенджамин Уорф: лингвистические и нелингвистические параллели // Российский журнал когнитивной науки. 2018. Т. 5. № 1. С. 14–19.

Лакофф, Нуньес 2012 — *Лакофф Д., Нуньес Р.* Откуда взялась математика: как разум во плоти создает математику // *Горизонты когнитивной психологии.* М: ЯСК, РГГУ, 2012. С. 29–47.

Мариютина 2014 — *Мариютина Т.М.* Нейроконструктивизм — новая парадигма возрастной психофизиологии? // *Современная зарубежная психология.* 2014. Т. 3. № 4. С. 132–143.

References

Agrillo, Christian, Piffer, Laura, Bisazza, Angelo, Butterworth, Brian (2012) 'Evidence for Two Numerical Systems that are Similar in Humans and Guppies', *PLoS One*, 7 (2), e31923.

Alcock, Lara, Ansari, Daniel, et al. (2016) 'Challenges in Mathematical Cognition. A Collaboratively-Derived Research Agenda', *Journal of Numerical Cognition*, 2 (1), pp. 20–41.

Allman, Melissa J., Pelphrey, Kevin A., Meck, Warren H. (2012) 'Developmental Neuroscience of Time and Number: Implications for Autism and other Neurodevelopmental Disabilities', *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6, 7, pp. 1–18.

Arsalidou, Marie, Taylor, Margot J. (2011) 'Is $2+2=4$? Meta-Analyses of Brain Areas Needed for Numbers and Calculations', *Neuroimage*, 54, 3, pp. 2382–2393.

Bazhanov, Valentin A. (2009) Rethinking I. Lakatos Again, *Voprosy Filosofii*, Vol. 8 (2009), pp. 92–97 (in Russian).

Bazhanov, Valentin A. (2017) Activity Approach and Contemporary Cognitive Science, *Voprosy Filosofii*, Vol. 9 (2017), pp. 162–169 (in Russian).

Bazhanov, Valentin A. (2018) Society and the Brain: Biocultural Co-Constructivism, *Voprosy Filosofii*, Vol. 2 (2018), pp. 78–88 (in Russian).

Bender, Andrea, Beller, Sieghard (2013) 'Cognition is... Fundamentally Cultural', *Behavioral Sciences*, 3, pp. 42–54.

Bender, Andrea, Beller, Sieghard, Christomalis, Stephen, et al. (2018) 'The Cultural Challenge in Mathematical Cognition', *Journal of Numerical Cognition*, 4 (2), pp. 448–463.

Benoit, Laurent, Lehalle, Henri, Jouen, Francois (2004) 'Do Young Children Acquire Number Words through Subitizing or Counting?', *Cognitive Development*, 19, pp. 291–307.

Boroditsky, Lera (2011) 'How Language Shapes Thought', *Scientific American*, 2, pp. 63–65.

Cragg, Lucy, Gilmore, Camilla (2014) 'Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency', *Trends in Neuroscience and Education*, 3, pp. 63–68.

Dafermos, Manolis (2018) *Rethinking Cultural-Historical Theory. A Dialectical Perspective to Vygotsky*, Springer, Singapore.

Dehaene, Stanislas (2011) *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*, Oxford University Press, New York.

Dowker, Ann, Nuerk, Hans-Christoph (2016) 'Editorial: Linguistic Influences on Mathematics', *Frontiers in Psychology*, 7, 1035, pp. 1–3.

Duncan, Greg J, Dowsett, Chantelle J., Claessens, Amy, et al. (2007) 'School Readiness and Later Achievement', *Developmental Psychology*, 43, 6, pp. 1428–1446.

Everett, Caleb (2017) *Number and the Making of Us: Counting and the Course of Human Cultures*, Harvard University press, Cambridge.

Graziano, Mario (2014) 'Numerical Cognition and Philosophy of Mathematics. Dehaene's (Neuro-)Intuitionism and the Relevance of Language', *RIFL/SFL*, pp. 362–377.

Jones, Max (2018) 'Numerals and Neural Reuse', *Synthese*, 195, pp. 1–25.

Kadosh, Roi C., Walsh, Vincent (2009) 'Numerical Cognition: Reading Numbers from the Brain', *Current Biology*, 19, 19, pp. 898–899.

Koshelev, Alexey D. (2018) On the Influence of the Culture of Society on its Language (the Case of the Amazonian Tribe Pyrah), *Rossiyskiy zhurnal kognitivnoy nauki*, 5, 1, pp. 44–62 (in Russian).

Krongauz, Maxim A. (2018) Daniel Everett and Benjamin Whorf: Linguistic and Non-Linguistic Parallels, *Rossiyskiy zhurnal kognitivnoy nauki*, 5, 1, pp. 14–19 (in Russian).

Krysztofiak, Wojciech (2016) 'Representational Structures of Arithmetical Thinking. Part 1', *Axiomates*, 26, pp. 1–40.

Lakoff, George, Núñez, Rafael (2000). *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*, Basic book, New York (Russian Translation? 2012).

Mariyutina, Tatyana M. (2014) Neuroconstructivism – a New Paradigm of Age Psychophysiology? *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya*, 3, 4, pp. 132–143 (in Russian).

Pantsar, Marcus (2014) 'An Empirically Feasible Approach to the Epistemology of Arithmetic', *Synthese*, 191, pp. 4201–4229.

Pantsar, Marcus (2018) 'Early Numerical Cognition and Mathematical Processes', *Theoria*, 33/2, pp. 285–304.

Piazza, Manuela, De Feo, Vito, Panzeri, Stefano, Dehaene, Stanislas (2018) 'Learning to Focus on Number', *Cognition*, 181, pp. 35–45.

Rule, Nicolas O., Freeman, Jonathan B., Ambady, Nalini (2011) 'Brain, Behavior, and Culture: Insight from Cognition, Perception, and Emotion', *Culture and Neural Frames of Cognition and Communication* / Eds. Han S., Poppel E. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 109–122.

Saxe, Geoffrey (2015) 'Culture, Language, and Number', *The Oxford Handbook of Numerical Cognition*, Oxford University press, Oxford.

Spelke, Elizabeth S., Kinzler, Katherine D (2007) 'Core Knowledge', *Developmental Science*, 10, 1, pp. 89–96.

Tang, Yi-Yuan, Liu, Yijin (2009) 'Numbers in the Cultural Brain', *Progress in Brain Research*, 178, pp. 151–157.

Tang, Yi-Yuan, Zhang, Wutian et al (2006) 'Arithmetic Processing in the Brain Shaped by Cultures', *PNAS*, 103, 28, pp. 10775–10780.

Tcheang, Lili (2014) 'Culture and Math', *Cognitive Neuroscience*, 6, 1, pp. 54–65.

Willmes, Klaus (2018) 'Discussion: Specific Contributions of Language Functions to Numerical Cognition', *Heterogeneity of Function in Numerical Cognition* / Eds. A. Henik, W. Fias, Academic press, New York, pp. 75–89.

Wynn, Karen (1992) 'Addition and Subtraction by Human Infants', *Nature*, 358, 27, pp. 749–750.

Сведения об авторе

БАЖАНОВ Валентин Александрович — доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой философии Ульяновского государственного университета.

Author's information

BAZHANOV Valentin A. — DSc in Philosophy, Professor, Philosophy Department Chairperson at Ulyanovsk State University.